إنتاج الخضر الخيمية والعليقية



سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر الخيمية والعليقية

الجزر - الكرفس - البطاطا

تأليف

أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن

أستاذ الخضر

كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الأولى

٢٠٠٣

الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الخضر الخيمية والعليقية

الجزر - الكرفس - البطاطا

رقـــم الإيـداع : 2002/20412
I. S. B. N. : 977-258-183-3

للدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عبـاس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت – فيما مضى – علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية. فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك. بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر، وفُرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - فى أسرع وقت ممكن - إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام، والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانًا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدًا وأمراضًا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديًّا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟!.

وأخيرًا .. وتمشيًّا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقًا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدًا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا .. ننفذ عهدًا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: ﴿ وَقُلِ اعْمَلُوا فَسَيَرَى اللَّهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُم بِمَا كُنتُمْ تَعْمَلُونَ﴾.

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

المقدمة

بصدور هذا الكتاب – وهو الثانى عشر فى هذه السلسلة "سلسلة محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة" – نكون قد استكملنا – بفضل الله – جميع محاصيل الخضر الرئيسية فى السلسلة. يتناول الكتاب محاصيل العائلتين الخيمية (الجزر والكرفس)، والعليقية (البطاطا). وقد خصص لكل محصول منها خمسة فصول شملت جوانب: (١) التعريف بالمحصول، وأهميته، وأصنافه، و (٢) الزراعة، و (٣) الفسيولوجى، و (٤) الحصاد، والتداول، والتخزين، والتصدير، و (٥) الأمراض والآفات ومكافحتها؛ وبذا .. تكون هذه المحاصيل – كسابقاتها فى هذه السلسلة – قد تم تناولها بالشرح من كافة جوانبها الإنتاجية، كما تم توثيق جميع المعلومات التى وردت عنها بمئات المراجع.

وكعهدى مع القارى .. فقد أعد هذا الكتاب ليكون مرشدًا للمنتج والمُصَدِّر، ومرجعًا لكل من الطالب والباحث.

والله ولى التوفيق،،،

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

محتويات الكتاب

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحـة

الصفحة

الصفحة

الصفحـة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة



الفصل الأول

تعريف بالجزر وأهميته وأصنافه

يعتبر الجزر أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الخيمية Umbelliferae (أو عائلة البقدونس Parsley Family). تتميز هذه العائلة بأن نباتاتها عشبية عادة، وبوجود رائحة خاصة مميزة فى جميع أجزاء النبات بما فى ذلك البذور. السيقان مجوفة عادة، وتكون الأوراق مركبة ومتبادلة غالبًا، وعميقة التفصيص، أو مجزأة أحيانًا. تحمل الأزهار فى نورات خيمية مركبة عادة، وهى صغيرة. يتكون التويج من خمس بتلات منفصلة، ويتكون الكأس – فى حالة وجوده – من خمس سبلات غير ظاهرة. ويتكون المتاع من مبيض سفلى ذى مسكنين، وقلمين، وميسمين. والتلقيح خلطى بالحشرات.

يعرف الجزر فى الإنجليزية باسم Carrot، ويسمى – علميًّا – *Daucus carota* L. subsp. *sativus* (Hoffm.) Thell.

الموطن وتاريخ الزراعة

يعتقد أن الجزر نشأ فى وسط آسيا فى المنطقة التى تشمل الهند، وأفغانستان، وشرق الاتحاد السوفيتى، وأن له مناطق نشوء أخرى ثانوية فى الشرق الأدنى. وقد انتقل الجزر الأحمر والأصفر من تلك المناطق حتى أوروبا غربًا، والصين شرقًا. ومن المعروف أن بذور الجزر قد استخدمت كعشب طبى بواسطة الإغريق، والرومان. ويبدو أن الجزر البرتقالى نشأ كطفرة من الجزر الأصفر، وأنه زرع لأول مرة فى هولندا (Asgrow Seed Co. ١٩٧٧، و Peterson & Simon ١٩٨٦). ولمزيد من التفاصيل عن تاريخ زراعة الجزر .. يراجع Hedrick (١٩١٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع الجزر لأجل السويقة الجنينية السفلى Hypocotyl، والجزء العلوى المتضخم من الجذر. ويستعمل هذا الجزء (الذى يسمى مجازًا باسم الجذر) طازجًا، ومطهيًّا، وفى عمل الحساء، والمخللات، والمربات.

يحتوى كل ١٠٠ جم من الجذور الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٨٨,٢ جم رطوبة، و ٤٢ سعرًا حراريًّا، و ١,١ جم بروتينًا، و ٠,٢ جم دهونًا، و ٩,٧ جم مواد كربوهيدراتية، و ١,٠ جم أليافًا، و ٠.٨ جم رمادًا، و ٣٧ مجم كالسيوم، و ٣٦ مجم فوسفورًا، و ٠,٧ مجم حديدًا، و ٤٧ مجم صوديوم، و ٣٤١ مجم بوتاسيوم، و ٣٣ مجم مغنيسيوم، و ١١٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٦ مجم ثيامين، و ٠.٠٥ مجم ريبوفلافين، و ٠,٦ مجم نياسين، و ٨ مجم حامض الأسكوربيك. ويتضح من ذلك أن الجزر من الخضر الغانية جدًّا بفيتامين أ، والنياسين، كما يعد متوسطًا فى محتواه من كل من المواد الكربوهيدراتية والكالسيوم، وهو يمد الفرد العادى (فى الولايات المتحدة) بنحو ١٤٪ من احتياجاته اليومية من فيتامين أ. ويحتوى الجزر فى المتوسط على ٩٠ جزءًا فى المليون من الصبغات الكاروتينية، يوجد نحو ٢٠٪ منها على صورة ألفا كاروتين، و ٥٠٪ على صورة بيتا كاروتين، وصفر -٢٠٪ منها على صورة زيتا كاروتين، وصفر- ٢٠٪ منها على صورة ليكوبين، وصفر- ١٠٪ منها على صورة جاما كاروتين.

وتختلف أصناف الجزر كثيرًا فى محتواها من فيتامين أ، حيث يتراوح المدى من ٢٢٠٠-٤٧٠٠٠ وحدة دولية/١٠٠ جم من الجذور الطازجة (أو حوالى ١٣٠٠-٢٨٠٠٠ ميكروجرام كاروتين/١٠٠ جم). ويحتوى الصنف إمبيراتور Imperator - وهو أحد الأصناف المهمة التى تستهلك طازجة - على ١١٠٠٠ وحدة دولية من فيتامين أ/١٠٠ جم، ويزيد محتواه من الفيتامين إذا ترك دون حصاد، بعد وصوله إلى طور النضج المناسب للاستهلاك. ويعد الصنفان: شانتناى Chantenay، ودانفرز Danvers من أصناف التصنيع الرئيسية، إلاّ أنهما يستعملان طازجين أيضًا، ويختلف محتواهما من فيتامين أ كثيرًا حسب مرحلة النضج المناسبة لأى من طريقتى الاستعمال كما يلى (عن Watt & Merrill ١٩٦٣).

فيتامين أ (وحدة دولية/١٠٠ جم) فى مرحلة النضج المناسبة:

الصنف	للاستهلاك الطازج	للتصنيع
شانتناى	٧٠٠٠	١٧٠٠٠
دانفرز	١٢٠٠٠	٣٨٠٠٠

وتحتوى بعض الأصناف الحديثة من الجــزر علــى ٢-٤ أضعـاف محتـوى الأصنـاف العادية من الكاروتين، ومن أمثلتها: Beta III، و Ingot.

الأهمية الاقتصادية

بلغت المساحة الإجماليــة المزروعـة بـالجزر فـى العـالم عـام ١٩٩٩ نحـو ٨٦١ ألـف هكتار. وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى: الصين (٢٦٣ ألـف هكتـار)، فالاتحاد الروسى (٧٥ ألف هكتار)، فالولايـات المتحـدة الأمريكيـة (٥٥ ألـف هكتـار)، فكل من أوكرانيا وبولندا (٣٣ ألف هكتار). وكـانت أكـثر الـدول العربيـة زراعـة للجـزر هى: الجزائر (١١ ألف هكتار)، والمغرب (١٠ آلاف هكتار)، فكل من ليبيـا وتونـس (٦ آلاف هكتار)، فمصر (٥ آلاف هكتار). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى الولايات المتحدة (٣٩,٩ طنًّا)، فبولندا ومصر (٢٧,٨ طنًّا). وقد بلـغ متوسـط الإنتـاج العالمى ٢١,٤ طنًّا للهكتار (FAO ١٩٩٩).

وزرع الجزر فى مصر عام ٢٠٠٠ فـى مسـاحة ١٠٢١٨ فدانًـا، وكـان متوسـط الإنتـاج ١١,٧ طنًّا للفدان. وقد كان الجزء الأكبر من المساحة المزروعة (٩٧٨٢ فدانًـا) فـى العـروة الشتوية (الإدارة المركزيـة لشـئون البسـاتين والمحــاصيل الحقليــة - وزارة الزراعــة - جمهورية مصر العربية ٢٠٠١).

الوصف النباتى

الجزر نبات عشبى حولى أو ذو حولين، ويتوقف ذلك على الصنـف ودرجـة الحـرارة السائدة شتاء.

الجذور

إن الجذر الأولى لنبات الجزر قوى، جيد التكوين، ويتعمق بسرعة فى التربـة؛ فمـع وصول النبات إلى مرحلة نمو الورقة الحقيقية الخامسة .. يكـون الجـذر الأولى قـد تعمـق لمسافة ٧٥ سم. تتكون الجذور الجانبية على امتداد الجذر الرئيسى، ولكنها تكون كثيفة فى الـ ٥-١٠ سم العلوية من التربة. ينشأ كثير من الأفرع فى النصف السفلى من الجــزء المتضخم من الجذر الأولى، وتنمو أفقيًا لمسـافة ٦٠-٧٠ سـم، وينمـو قليـل منـها رأسـيًا؛

لتصل حتى عمق ٩٠-١٥٠ سم. ومع قرب نضج النباتات .. تزداد التفرعات الجذرية من الجزء المتضخم الذى يستعمل فى الغذاء. وتشكل هذه الأفرع نسبة كبيرة من المجموع الجذرى النشط فى عملية الامتصاص. أما الجذر الأولى .. فإنه يتعمق فى تلك المرحلة من النمو حتى عمق ٢٣٥ سم. وإذا حدث وتعرضت الطبقة السطحية من التربة للجفاف .. فإنه تتكون أفرع جذرية قوية على الأجزاء المتعمقة من الجذر الأولى (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

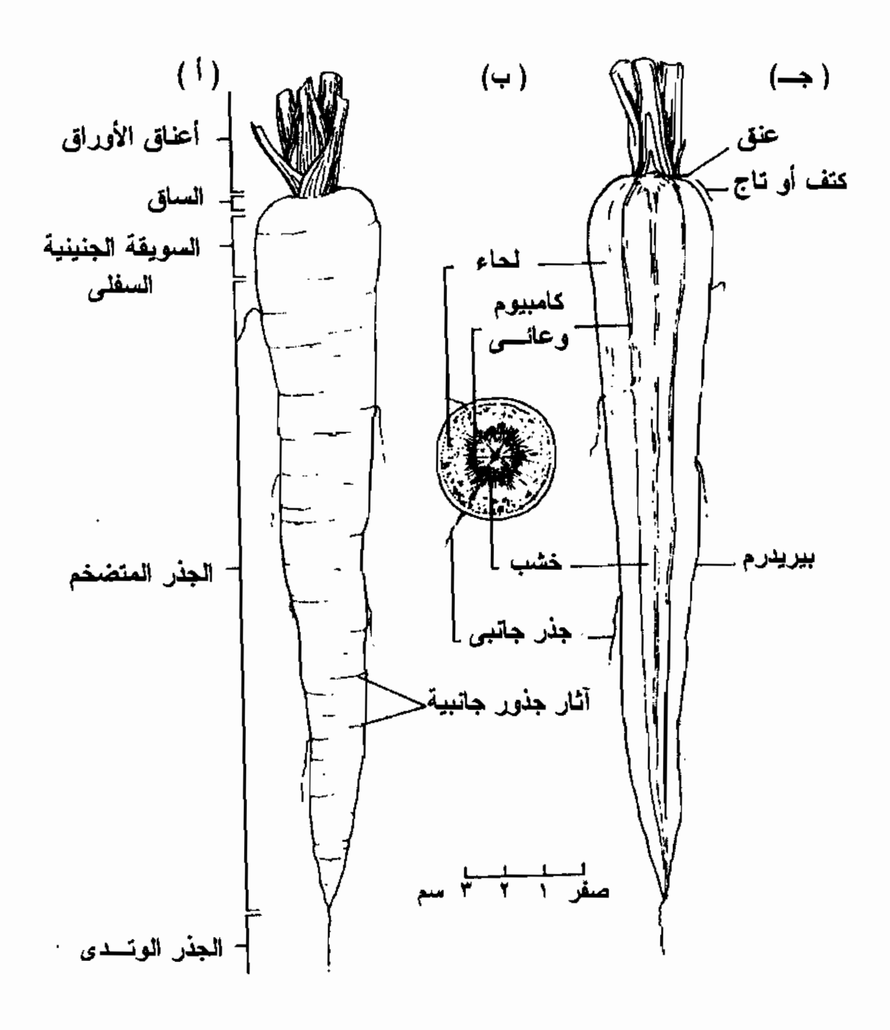
يتكون الجزء المستعمل فى الغذاء من السويقة الجنينية السفلى، والجزء العلوى من الجذر. وتنشأ الجذور الجانبية من الجزء العلوى من الجذر فقط؛ وبذا .. يمكن التمييز بينها وبين السويقة الجنينية السفلى التى تنشأ عليها جذور جانبية.

تظهر فى القطاع العرضى - لجذر الجزر - منطقتان رئيسيتان، هما: القلب الخارجى outer core، والقلب الداخلى inner core. ويتكون القلب الخارجى من الطبقات الآتية من الخارج إلى الداخل: بيريدرم رقيق، ثم طبقة من الخلايا الفلينية، ثم طبقة سميكة نسبيًّا من اللحاء الثانوى، وهى تعتبر المخزن الرئيسى للسكر. ويتكون القلب الداخلى من الخشب الثانوى والنخاع. وتوجد بين القلب الخارجى والداخلى طبقة نسيج الكامبيوم، وهى رقيقة، وتحاط من الخارج باللحاء الابتدائى، ومن الداخل بالخشب الابتدائى؛ وكلاهما رقيق أيضًا (شكل (١-١))، وتتحسن نوعية الجزر بزيادة سمك طبقة القلب الخارجى.

الساق والأوراق

تكون ساق الجزر قصيرة فى موسم النمو الأول، وتحمل مجموعة من الأوراق المتزاحمة. وتستطيل الساق فى موسم النمو الثانى، وتتفرع، ويصل طولها إلى نحو ٦٠-١٢٠ سم. وتنتهى كل من الساق الأصلية وتفرعاتها الأولية والثانوية بنورة.

أما ورقة الجزر .. فهى مركبة متضاعفة، ويتكون كل منها من ٢-٣ أزواج من الوريقات، ووريقة طرفية. والوريقات شديدة التفصيص، والفصوص غائرة.

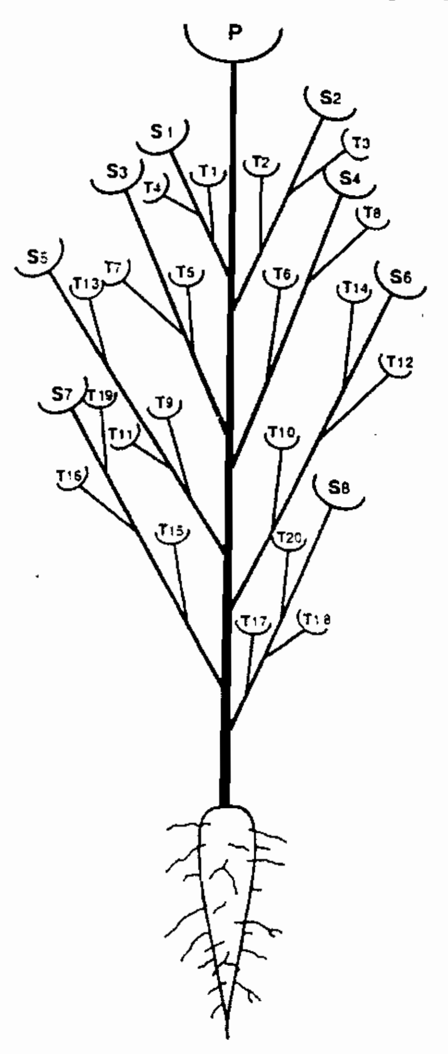


شكل (١-١): جذر الجزر: (أ) المورفولوجى، و (ب) التركيب التشريحى فى قطاع عرضى، و (جـ) التركيب التشريحى فى قطاع طولى (عن **Rubatzky** وآخرين ١٩٩٩).

النورات

تسمى نورة الجزر "الرأس" head، وهى نورة خيمية umbel تتكون كل منها من عدد من الـ umbellets (شكل ١-٢). يحمل النبات نورة رئيسية واحدة primary umbel فى قمة الساق الرئيسى، كما يحمل عددًا من نورات الرتبة الثانية secondary order umbels، توجد كل منها فى نهاية أحد الأفرع الرئيسية. وقد يحمل النبات عددًا من

نورات الرتبتين: الثالثة والرابعة، توجد كل منها فى نهاية أحد الأفرع الثانوية. وقد وجد فى دراسة أجريت على الصنف شانتناى Chantenay أن النبات الواحد يحمل - إلى جانب النورة الرئيسية الأولية - من ١٢-١٥ نورة رتبة ثانية، و ٣٦-٥٣ نورة رتبة ثالثة، و ١٣-٤٢ نورة رتبة رابعة.



شكل (١-٢): وضع وترتيب الرتب المختلفة لنورات الجزر: P- نورة أولية primary، S- نورة الرتبة الثانية secondary، و T- نورة الرتبة الثالثة tertiary. تدل الأرقام على تسلسل ظهور نورات الرتبتين الثانية والثالثة. يمكن أن تظهر كذلك نورات من الرتبة الرابعة وأعلى من ذلك.

يبلغ قطر النورة الرئيسية ١٢,٥-١٥ سم، وقد تحتوى على قرابة ٢٥٠٠ زهرة موزعة على حوالى ٥٠ umbellet بكل منها ما قد يصل إلى ٥٠ زهرة. ويقل قطر النورة تدريجيًا فى الرتب التالية لدرجة أن نورات الرتبة الرابعة ربما لا يوجد بكل منها سوى عدد محدود من الأزهار.

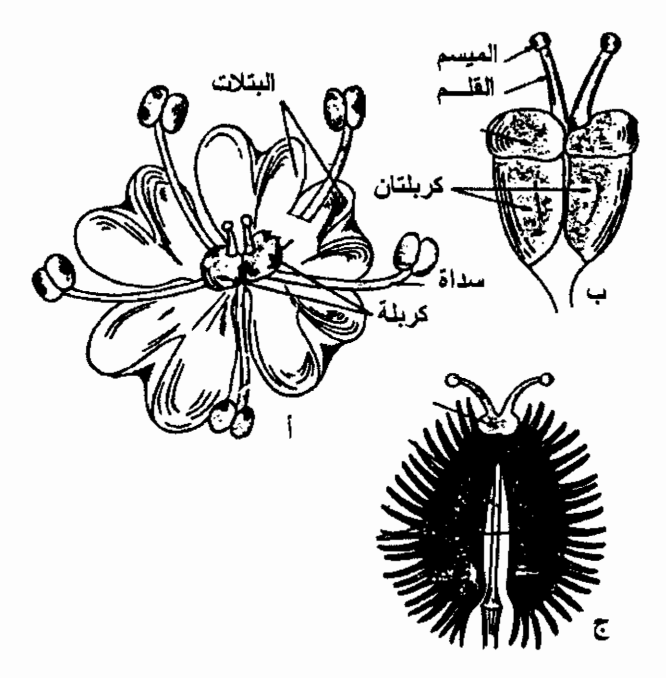
تحاط كل نورة بسوار يتكون من عديد من القنابات الطويلة المفصصة، كما تحاط كل umbellet داخل النورة بعدد من القنابات الكاملة الجافة أو المسننة.

إن أولى الأزهار فى التفتح هى تلك التى توجد بحواف النورة الأولية، تليها فى التفتح بقية أزهار هذه النورة بصورة تدريجية؛ أى تكون الأزهار التى توجد فى مركز النورة أصغر عمرًا من تلك التى توجد حول حافتها. ويتكرر الأمر نفسه بالنسبة للنورات الأخرى، علمًا بأنها تتفتح هى الأخرى بنفس ترتيب تكوينها؛ فيبدأ تفتح أزهار المحيطات الخارجية فى نورات الرتبة الثانية بعد ٨ أيام من بدء تفتح الأزهار الخارجية فى النورة الرئيسية، ثم يبدأ تفتح أزهار المحيطات الخارجية فى نورات الرتبة الثالثة بعد ٩ أيام أخرى ... وهكذا. ويستغرق تفتح أزهار النورة الواحدة من ٧-١٠ أيام، ويتوقف ذلك على حجم النورة والعوامل البيئية. ويتضح مما تقدم .. أن النبات الواحد يستمر فى الإزهار لمدة تصل إلى حوالى أربعة أسابيع (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

بعد الإخصاب وأثناء تكوين البذور تنثنى الـ umbellets الخارجية لكل umbel نحو الداخل؛ مما يجعل النورة تبدو محدبة قليلاً بعد أن كانت مسطحة إلى مقعرة، وعندما يكتمل التواء جميع الـ umbellets نحو الداخل فإن النورة تأخذ شكل عش الطائر.

الأزهار

إن زهرة الجزر خنثى صغيرة، لونها أبيض مائل إلى الأخضر، أو إلى البنفسجى وقد يمكن رؤية أزهار مذكرة قليلة فى غير النورة الأولية. يتكون الكأس من خمس سبلات صغيرة، والتويج من خمس بتلات ملتحمة، وتتجه قمتها نحو الداخل، ويتكون الطلع من خمس أسدية، تتجه نحو الداخل أيضًا، ويتكون المتاع من مبيض سفلى يحمل قلمًا منشقًا، وبه حجرتان، تتكون بكل منهما بذرة واحدة، وتظل البذرتان متصلتين ببعضهما من أسفل (شكل ١-٣).



شكل (١-٣): تركيب زهرة وثمرة الجزر: (أ) الزهرة، (ب) كربلتان، (ج) الثمرة الناضجـة (عـن Weier وآخرين ١٩٧٤).

التلقيح

أزهار الجزر خصبة، ولا توجد بها ظاهرة عدم التوافق الذاتى. وبالرغم من ذلك .. فإن أزهار الجزر لا تُلقَّح ذاتيًا، وربما لا يحدث التلقيح الذاتى بين أزهار النورة الواحدة. ويرجع ذلك إلى نضج حبوب اللقاح فى الزهرة الواحدة قبل استعداد الميسم للتلقيح، وهى الظاهرة التى تعرف باسم الذكورة المبكرة protandary (Banga ١٩٧٦). فتنتشر حبوب اللقاح فى الزهرة الواحدة على مدى ٢٤-٤٨ ساعة، ويبدأ استعداد المياسم للتلقيح فى اليوم الثالث من تفتح الزهرة بانفراج شقى القلم عن بعضهما البعض، ويستمر لمدة أسبوع، أو أكثر؛ ولهذا السبب .. فإن التلقيح فى الجزر خلطى، ويتم بواسطة الحشرات خاصة النحل. تحتوى أزهار الجزر على الرحيق بوفرة فى غدد على السطح العلوى للمبيض. هذا .. إلى جانب أن حبوب لقاح الجزر تعد جذابة لعديد من الحشرات. وقد وجد أن أزهار الجزر يزورها ٣٣٤ نوعًا من الحشرات من ٧١ عائلة. وتبلغ نسبة التلقيح الخلطى فى الجزر أكثر من ٩٥٪.

تلعب حشرة النحل دورًا مهمًا فى زيادة محصول البذور، وتعد أهم الحشرات الملقحة، ويلزم توفيرها فى حقول إنتاج البذور بأعداد كبيرة بحيث لا تقل كثافتها عن ١٠ حشرات لكل متر مربع من الحقل (McGregor ١٩٧٦). هذا .. وتسقط بتلات الأزهار الخصبة بمجرد بدء استعداد مياسمها للتلقيح. أما بتلات الأزهار العقيمة الذكر، والتى يتحول فيها الطلع إلى بتلات .. فإنها تبقى حتى اكتمال نضج البذور (Peterson & Simon ١٩٨٦).

الثمار والبذور

إن ثمرة الجزر الكاملة عبارة عن شيزوكارب Schizocarp يتكون من اثنتين من أنصاف الثمار المرتبطة ببعضها البعض indehiscent mericarps، بكل منهما بذرة حقيقية واحدة (شكل ١-٣). ويعنى ذلك أن الجزء النباتى الذى يطلق عليه - مجازًا - اسم "البذرة" هو فى واقع الأمر نصف ثمرة mericarp، وهو يشبه الثمرة الفقيرة achene. وتكون البذور مسطحة عادة من جانبها الداخلى، بينما تظهر عليها خطوط بارزة من جانبها الخارجى، وتبرز منها أشواك Spines، وتوجد بينها قنوات زيتية. وقد أمكن التخلص من أشواك البذور بمعاملات خاصة تجرى عند استخلاصها (Hawthorn & Pollard ١٩٥٤).

الأصناف

تقسيم الأصناف

تقسم أصناف الجزر حسب المواصفات التالية:

١ - طول الجذر: فتوجد الفئات التالية:

أ - طويل: وهو الذى يبلغ طوله أربعة أمثال قطره عند الكتف، مثل: امبيراتور لونج Imperator Long، ووالثام هاى كلر Waltham Hicolor.

ب - قصيرة: وهو الذى يقل طوله عن أربعة أمثال قطره عند الكتف، مثل: شانتناى رد كور Chantenary Red Core، ودانفرز ١٢٦ Danvers I26.

٢ - شكل الجذر؛ فتوجد الفئات التالية:

أ – أسطوانى ذو نهاية مستديرة، مثل أمستردام Amsterdam، جولد باك Gold Pak، ونانتس ٧٧ Nantes 77.

ب – الجذر يستدق تدريجيًا إلى نهاية مستديرة وعريضة، كما فى: شانتناى رد كور، ودانفرز ١٢٦.

جـ – الجذر يستدق إلى نهاية مدببة، كما فى إمبيراتور لونج Imperator Long، ولونج أورانج Long Orange، وتندرسويت Tendersweet، ووالثام هاى كلر، ودبلومات Diplomat.

د – قلبى، كما فى: أوكسهرت Oxheart.

هـ – كروى، كما فى: جولدن بول Golden Ball.

٣ – لون الجذر؛ فتوجد الفئات التالية:

أ – برتقالى، كما فى غالبية الأصناف.

ب – برتقالى مائل إلى القرمزى، كما فى لونج أورانج Long Orange، وتاكى ونترسكارلت Takii Winter Scarlet (شكل ١-٤، يوجد فى آخر الكتاب).

جـ – برتقالى مائل إلى الأحمر، كما فى: رويال شانتناى Royal Chantenary.

د – أصفر كما فى جولدن بول.

٤ – طول النمو الخضرى؛ فتوجد الفئات التالية:

أ – قصير، كما فى: أمستردام، وليدى فنجر Lady Finger، ونانتس ٧٧.

ب – طويل، وقوى، كما فى: البلدى، ودانفرز ١٢٦، وشانتناى، وامبيراتور لونج.

أما الـ baby carrot فإنه ليس صنفًا قائمًا بذاته، ولا بمجموعة من الأصناف. وقد جرت العادة على "تصنيع" الـ baby corrot – بالتقطيع والتقشير – من الجذور الصغيرة التى لا تصلح أصلاً للتسويق، أو من أجزاء الجذور الأكبر حجمًا. كذلك يلجأ المزارعون إلى إنتاج الأحجام الصغيرة من الجزر بزيادة كثافة الزراعة كثيرًا، إلا أن إنتاجها بهذه الطريقة مكلف، فضلاً عن صعوبة التحكم فى حصاد المحصول وتداوله.

المواصفات الهامة المرغوبة فى أصناف الجزر

من أهم الصفات التى يجب أن تتوفر فى أصناف الجزر ما يلى:

١ – النضج المبكر، والمحصول المرتفع.

٢ – اللون والشكل المناسبان لذوق المستهلك. يفضل – عادة – اللون البرتقالى القاتم، والشكل الأسطوانى، أو المستدق. ولا يهم الشكل بالنسبة لأصناف التصنيع.

٣ – صغر حجم القلب الداخلى، كما فى: ليدى فنجر، ومجموعة أصناف نانتس، وكاروسل Carousel.

٤ – ألاّ تنفصل الأوراق بسهولة عن الجذور عند الحصاد، ويعد ذلك من أهم عيوب مجموعة أصناف نانتس، مثل نانتس استمب روتد Nantes Stump Rooted؛ لذا .. أنتجت أصناف جديدة، منها أكثر قدرة على الاحتفاظ بأوراقها عند الحصاد، مثل: نانتس استرونج توب Nantes Strong Top.

٥ – ألاّ تتلون أكتاف الجذور باللون الأخضر، كما فى والثام هاى كلر.

٦ – المقاومة للحرارة المرتفعة، كما فى: والثام هاى كلر، وشانتاى.

٧ – المقاومة للإزهار المبكر، كما فى: فرانتز Frantes.

٨ – المقاومة للأمراض؛ فتوجد هجن كثيرة ذات مقدرة عالية على تحمل الإصابة بفطرى: الألترناريا، والسركسبورا، مثل: أى بلص A plus (ذى المحتوى العالى من فيتامين أ)، وتشانسلر Chancellor، ودبلومات Diplomat، وجولدن ستيتس Golden States.

مواصفات الأصناف

● البلدى:

مازال هذا الصنف مرغوبًا فى الريف المصرى. نموه الخضرى قوى. غير متجانس فى شكل الجذور، أو لونها، أو حجمها. توجد منه سلالات صفراء، وبرتقالية مشوبة بالحمرة، وحمراء قرمزية. القلب الداخلى للجذر متخشب وكبير، ترتفع فيه نسبة السكر؛ لذا .. فإنه يستعمل فى عمل المربى. وقد انتخبت منه سلالات محسنة بجذورها المستدقة المنتظمة الشكل غير المتخشبة، وبلونها الداخلى الأحمر القاتم، كما قامت كلية الزراعة – جامعة القاهرة بانتخاب سلالة ذات لون خارجى أحمر قاتم، وقلب أصفر يجمع بين اللون الخارجى المرغوب من قبل بعض المستهلكين، والمحتوى

المرتفع من الكاروتين، ولكن يعاب عليها أن القلب الأصفر فيها كبير؛ مما يقلل من جودة الجذور.

- شانتناى Chantenay:

يمثل هذا الصنف مجموعة من الأصناف، تتميز بجذورها القصيرة المخروطية الشكل، التى تستدق – تدريجيًّا – إلى نهاية مستديرة وعريضة، وهى من أكثر الأصناف انتشارًا فى الزراعة المصرية؛ لما تتميز به من محصول مرتفع، وتأقلم على الظروف البيئية السائدة. ومن أهم الأصناف المحسنة من هذه المجموعة كل من: شانتناى لونج تايب Chantenay Long Type، وشانتناى رد كورد Chantenary Red Cored (شكل ١–٥، يوجد فى آخر الكتاب)، الذى تنتشر زراعته فى مصر، والذى يتميز بقلبه الداخلى البرتقالى القاتم، ورويال شانتناى Royal Chantenay.

- نانتس Nantes:

يمثل هذا الصنف (شكل ١–٦، يوجد فى آخر الكتاب) مجموعة من الأصناف تتميز بجذورها الأسطوانية ذوات النهاية المستديرة، ولونها البرتقالى القاتم، وجذورها الغضة غير المتخشبة؛ نظرًا لصغر حجم القلب الداخلى بها. ويعاب عليها ضعف النمو الخضرى، وسهولة الانفصال عن الجذور عند الحصاد، ومن أهم الأصناف المحسنة من هذه المجموعة: نانتس ٧٧، ونانتس استرونج توب الذى لا تنفصل أوراقه بسهولة عن الجذور، ونانتس سكارت Nantes Scarlet، و نانتس إمبروفد كورلس.

- إمبيراتور Imperator:

يمثل هذا الصنف – أيضًا – مجموعة من الأصناف، تتميز بنموها الخضرى القوى، وجذورها الطويلة المستدقة الناعمة، وأكتافها المستديرة، ولونها البرتقالى القاتم من الداخل والخارج، وجودتها العالية. ومن الأصناف المحسنة من هذه المجموعة كل من: إمبيراتور لونج، وإمبراتور لونج ٥٨ Imperator Long 58، وهاى كلر ٩ Hicolor 9 (شكل ١–٧، يوجد فى آخر الكتاب).

- دانفرز ١٢٦ Danvers 126:

يمثل هذا الصنف – أيضًا – مجموعة من الأصناف، تعد وسطًا فى الطول بين

الشانتناى، والإمبيراتور. تتميز بأن أكتافها مستديرة، وجذورها تستدق تدريجيًا إلى نهاية مستديرة، ولكنها أصغر مما فى الشانتناى. ومن الأصناف المحسنة من هذه المجموعة: سللو بنش Cellobunch (شكل ١-٨، يوجد فى آخر الكتاب).

- باريس ماركت Paris Market:

الجذور كروية إلى لفتية الشكل، يتراوح قطرها بين ٥، و ٧,٥ سم، وهو يمثل مجموعة من الأصناف.

- أمستردام فورسنج Amsterdam Forcing:

الجذور أسطوانية رفيعة، يبلغ طولها ١٢ سم، وذات نهاية مسطحة، وقلب صغير، وسطح ناعم، وتاج صغير، وهو يمثل - كذلك - مجموعة من الأصناف.

- برليكم Berlicum:

الجذور أسطوانية كبيرة يتراوح طولها بين ٢٠، و ٢٢ سم، ومستدقة قليلاً، ويزرع خاصة لأجل التصنيع، وهو يمثل - أيضًا - مجموعة من الأصناف.

ومن أصناف الجزر العامة الأخرى، ما يلى:

Takkii's Winter Scarlet	Caravella
Carousel	Gold Pak
Hicolor 9	Casey
Paramount	Narante
Golden Ball	Lady Finger
Coral Cross	Tendersweet
Rondino	Mokum
Nantes Tito	Nantes Forto
Tim Tom	Tango
Nanco	Fanina
Marvel	Colmar

(شكل ١-٩، يوجد فى آخر الكتاب)

Feria	Fanina
Dakota	Sierra
Bonanza	Imperator 408
Imperator 406	Nouvella
	(شكل ١-١٠، يوجد فى آخر الكتاب).
Facet	Nobles
Marante	Nanking
Allegro	Bolero
Tino	Avenger
Cosmos	Thumbelina
Berdino	Cardinal
Nantura	Nasha
Narova	Amini
Fancy	Flaron
Berlicum Bergano	Redco
Valor	Flavor
Nandor	Predor
(شكل ١-١١، يوجد فى آخر الكتاب)	
Senior	Major
(شكل ١-١٢، يوجد فى آخر الكتاب)	
Royal Cross	Terracotta
New Kuroda	Scarlet Wonder
Almaro	Tourino
Rondino	Canino
Flancino	Caroline
Asubeni	Hybrid 7041
Brasilia	

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الجزر .. يراجع Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٢).

الفصل الثانى

زراعة الجزر

التربة المناسبة

ينمو الجزر جيدًا فى الأراضى العميقة الطميية الخفيفة الجيدة الصرف، ويزرع – تجاريًّا – فى الأراضى الطميية الرملية، والسلتية، والطميية السلتية، والأراضى العضوية (muck soil)، والرملية.

يكون لون الجذور أفضل فى الأراضى الرملية، ولا يمكن إنتاج الجذور الطويلة الناعمة إلاّ فى الأراضى العميقة الجيدة الصرف. هذا .. بينما تكون الجذور المنتجة فى الأراضى العضوية خشنة الملمس، ويكون النمو الخضرى غزيرًا، والجذور متفرعة ومخروطية قصيرة فى الأراضى الثقيلة.

يعيق انضغاط التربة – بفعل كثرة مرور الآلات الزراعية عليها – نمو الجذور واستطالتها، ويؤدى إلى نقص المحصول وضعف جودته. وقد وجد أن زيادة الكثافة الظاهرية للتربة (التى تعد دليلاً على مدى انضغاطها) عن ١,٧ ميجاجرام/م[٣] أدت إلى بروز حوالى ٠,٩١–١,٥٦ سم من الجذور المتشحمة فوق سطح التربة (Sri Agung & Blair ١٩٨٩).

وتؤدى العوائق التى توجد فى التربة – مثل الأحجار – إلى تكون جذور ذات أشكال غير طبيعية. ولا يزرع الجزر فى الأراضى التى توجد بها قشور سطحية صلبة crust؛ لأن إنبات البذور يتأخر فيها، وتكون البادرات المنتجة ضعيفة. ويبلغ أفضل pH للجزر حوالى ٦,٥.

تأثير العوامل الجوية

تبلغ الحرارة المثلى لإنبات بذور الجزر ٢٧°م، بينما يتراوح المجال الحرارى الملائم

للإنبات من ٧–٢٩ْم. ولا تنبت بذور الجزر فى حرارة أقل من ٤ْم. أو أعلى من ٣٥ْم.

ويلائم نمو الأوراق درجة حرارة مرتفعة نسبيًّا، تبلغ حوالى ٢٩ْم، إلاّ أن نمو الجذور تلائمه درجة حرارة تميل إلى الانخفاض، تتراوح من ١٥–٢٠ْم؛ لذا .. يعد الجزر من المحاصيل الشتوية التى تلائمها الحرارة المرتفعة نسبيًّا فى الأطوار الأولى من نموها، حتى يتكون نمو خضرى قوى، على أن يتبع ذلك بحرارة منخفضة نسبيًّا حتى الحصاد؛ لتشجيع تكوين نمو جذرى جيد.

وفى حرارة ٢٥ْم يزداد النمو الخضرى على حساب النمو الجذرى، بينما يؤدى ارتفاع الحرارة عن ٣٠ْم إلى الحد من النمو الخضرى كذلك، وإذا استمرت الحرارة مرتفعة فإنها تُحدث تغيرات غير مرغوب فيها فى لون الجذور، ومذاقها، وقوامها. هذا .. إلاّ أن أصناف الجزر التى تشيع زراعتها فى المناطق الاستوائية تنمو جيدًا فى حرارة تتراوح بين ٢٥، و ٣٠ْم، ولكنها – على الجانب آخر – تكون أكثر حساسية للحرارة المنخفضة، و أكثر ميلاً إلى الإزهار المبكر.

ويمكن لجذور الجزر ونمواتها الخضرية تحمل الصقيع الخفيف لفترات محدودة دونما مشاكل (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ولقد أمكن عزل بروتين مضاد للتجمد antifreez protein من الجذر الوتدى لصنف الجزر Autumn King المؤقلم بالبرودة cold-acclimated. أدى هذا البروتين – الذى كان ٣٦ kDa (كيلو دالتون) – إلى منع بلورة الثلج بالنبات (Smallwood وآخرون ١٩٩٩).

وتؤثر درجة الحرارة السائدة كثيرًا على نوعية الجذور، وذلك على النحو التالى:

١ – اللون والطعم والقوام:

بزراعة الجزر فى درجات حرارة ثابتة تراوحت بين ٩، و ٢١ْم، وجد أن حرارة ١٨، و ٢١ْم ناسبت التلوين والطعم الجيدين، وتحسين صلابة الجذور ومحتواها من المادة الجافة والسكروز والكاروتين، بينما ناسبت حرارة ٩، و ١٢ْم تكون الجذور الأكثر حلاوة والأعلى حامضية وغضاضة وعصيرية والأعلى محتوى من الفراكتوز والجلوكوز، كذلك كانت الجذور أطول ما يمكن على ٩، و ١٢ْم (Rosenfeld وآخرون ١٩٩٨).

وتزداد دكنة اللون البرتقالى فى حرارة بين ١٥ ، و٢١°م. ويبهت اللون فى حرارة من ٢١–٢٧°م، ويكون اللون رديئًا فى حرارة من ١٠–١٥°م.

ويؤدى انخفاض الحرارة ليلاً إلى ٧°م مع ارتفاعها نهارًا إلى ١٥°م إلى زيادة محتوى الجذور من الكاروتين عما فى النباتات التى تتعرض لحرارة ٧°م ليلاً ونهارًا.

وتزيد نسبة الألياف فى الجذور لدى ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج.

ويتكون طعم غير مقبول فى الحرارة التى تزيد عن ٢٧°م.

٢ – الطول والقطر والشكل:

أ – يكون شكل الجذر مطابقًا للصنف فى مجال حرارى يتراوح بين ١٥ ، و ٢١°م.

ب – تكون الجذور رفيعة ونحيفة فى نظام حرارى ١٨°م نهارًا، و ٧°م ليلاً.

جـ – يؤدى انخفاض الحرارة من ١٨°م إلى ٧°م عند بداية تضخم الجذور إلى نمو الجزء العلوى من الجذور بصورة طبيعية، بينما يظل الجزء السفلى رفيعًا.

د – تكون الجذور طويلة فى الحرارة المنخفضة التى تتراوح بين ١٠ و ١٥°م، وقصيرة وسميكة فى الحرارة المرتفعة التى تتراوح بين ٢١°م، و ٢٧°م.

هـ – تؤدى الحرارة المرتفعة أو المنخفضة إلى جعل نهاية الجذور مستدقة فى الأصناف التى تكون نهاية جذورها مستديرة، مثل: نانتس، وشانتناى.

وللفترة الضوئية تأثير مماثل على نوعية الجذور؛ فيكون اللون رديئًا عندما يكون طول الفترة الضوئية ٧ ساعات، ويتحسن اللون بزيادة فترة الإضاءة إلى ٩ ساعات، إلا أن زيادة الإضاءة لأكثر من ذلك حتى ١٤ ساعة يوميًا لم يكن لها تأثير. كما لم تؤد هذه الزيادة إلى زيادة محصول الجزر إلا عندما كانت الظروف البيئية الأخرى غير ملائمة لنمو النباتات (Thompon & Kelly ١٩٧٥، Whitaker وآخرون ١٩٧٠، Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

وللعوامل الجوية تأثير كبير على إزهار الجزر، ويناقش ذلك بالتفصيل تحت موضوع فسيولوجيا المحصول.

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر الجزر بالبذور التى تزرع فى الحقل الدائم مباشرة (يعتبر الجزر من محاصيل

الخضر التى ينجح شتلها، إلا أنه لا يشتل فى الزراعات التجارية لأسباب اقتصادية، ولأن النباتات المشتولة تعطى جذورًا ملتوية وغير منتظمة الشكل).

كمية التقاوى

تلزم لزراعة الفدان الواحد ١,٥-٢,٥ جم من بذور أصناف الجزر الأجنبية عند زراعتها فى الجو المناسب، ونحو ٤ كجم عند زراعتها فى الجو الحار فى بداية فصل الصيف. كما يلزم نحو ٥ كجم من بذور الجزر البلدى لكل فدان؛ نظرًا لصغر حجم الجذور، الأمر الذى يستدعى زراعته بكثافة عالية.

يحتوى الجرام الواحد من البذور على حوالى ٨٠٠ بذرة.

معاملات التقاوى

أدت معاملة بذور الجزر بالنقع فى البوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ بضغط أسموزى -٥ ضغط جوى لمدة ١٠ أيام على ١٥°م فى الضوء أو فى الظلام إلى تحسين نسبة وسرعة إنبات البذور (Yanmza ١٩٩٤). وأدت معاملة النقع فى ضغط أسموزى -١٠ ضغط جوى إلى تحسين إنبات البذور على ٢٥°م بدرجة أكبر منها على ١٥°م، وكانت المعاملة شديدة الفاعلية فى تحسين الإنبات على حرارة ثابتة مقدارها ٣٥°م (Cantliffe & El Balla ١٩٩٤). كذلك أدت معاملة نقع بذور الجزر فى البوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ (بمعدل ٢٧٣ جم/لتر)، أو فى أحادى فوسفات البوتاسيوم KH_2PO_4 (بمعدل ٧٠جم/لتر) على ١٥°م لمدة ١٠ أيام - ثم تجفيفها - إلى تحسين نسبة الإنبات وسرعته عند زراعتها بعد ذلك، وإلى زيادة تجانس نمو البادرات والمحصول المنتج (Duman & Esiyok ١٩٩٨). وبالمثل .. ازدادت نسبة وسرعة إنبات بذور الجزر على كل من الحرارة المنخفضة (١٠°م) والمرتفعة (٣٥°م)، وذلك بعد نقعها فى البوليثيلين جليكول ٨٠٠٠ (بضغط أسموزى قدره -٠,٥ ميجا باسكال)، إلاّ أن معاملة الجمع بين البوليثيلين جليكول وفوسفات البوتاسيوم K_3PO_4 بتركيز ١٠٠ مللى مول لم تكن أفضل فى تحسين الإنبات من معاملة البوليثيلين جليكول منفردة (Jeong وآخرون ٢٠٠٠).

طرق الزراعة

أولاً: الزراعة التقليدية

يزرع الجزر نثرًا، أو فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٢٠ سم داخل أحواض مساحتها ٢ × ٣م. وتفضل زراعته على جانبى خطوط بعرض ٥٠–٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢–١٤ خطًا فى القصبتين)، خاصة فى الأراضى الثقيلة. وتكون الزراعة على عمق ١,٥ سم فى الأراضى الثقيلة، و ٢ سم فى الأراضى الخفيفة. ومن الضرورى خدمة الأرض جيدًا قبل الزراعة؛ نظرًا لأن بذور الجزر بطيئة الإنبات، وبادراته ضعيفة النمو فى مبدأ حياتها. ويجب أن تجرى الزراعة بصورة متجانسة؛ ليمكن الاستغناء عن عملية الخف المكلفة.

ثانيًا: الزراعة الآلية

تفضل دائمًا الزراعة بالآلات التى تضع البذور على المسافات المرغوب فيها precision seeder. وتتوفر آلات (تعمل بشفط البذور بالتفريغ على مسافات محددة ثم تضعها على العمق المناسب بعد وقف الشفط) تضع الآلة البذور على المسافات المرغوب فيها بمعدل ٧–٨ بذور فى كل قدم (٣٠ سم) طولى من السطر فى السطرين الجانبين، وبمعدل ٥–٦ بذور لكل قدم طولى فى السطر الأوسط من كل مجموعة من ٣ سطور، وهى التى تعرف بالخط.

وتكون الزراعة – عادة – على مصاطب بارتفاع ١٥ سم، وبإحدى النظم التالية:

المسافة بين منتصف المصاطب المتجاورة (سم)	عدد خطوط الزراعة بالمصطبة	عدد سطور الزراعة بكل خط	المسافة بين السطور المتجاورة (سم)	المسافة الخالية بين الخطوط المتجاورة (سم)
١٠٠	٢	٣	٤–٥	٣٠
١٧٥	٤	٣	٤–٥	٢٥
١٠٠	٢	٣	٤–٥	١٥
١٨٠	––	٢٨	٤–٥	––

يعتبر النظامان الأول والثانى هما الأكثر شيوعًا فى الزراعة، ويتبع النظام الثالث عند إجراء الرى بطريقة الرش، وخاصة فى الأراضى الخفيفة، حيث تبعد سطور الزراعة

الجانبية عن حافتى المصطبة قليلاً على حساب المسافة بين خطّا الزراعة، حتى لا تتعرض الجذور للضوء عند انهيار جزء من حافة المصطبة بفعل تساقط مياه الرى بالرش. وفى هذه النظم الثلاثة تكون الزراعة فى مجموعات من السطور تتكون كل منها من ثلاثة سطور تبعد عن بعضها البعض بمقدار ٤-٥ سم وتعرف كل مجموعة منها باسم خط زراعة، وتختلف المسافة الخالية بين الخطوط المتجاورة باختلاف نظام الزراعة. أما النظام الأخير فإنه يتبع عند الرغبة فى إنتاج الـ baby carrot.

وتفيد زراعة بذور الجزر وهى محمولة فى السوائل fluid-drilling فى تحسين إنباتها، وزيادة المحصول تبعًا لذلك (عن Pill & Evans ١٩٩١).

وقد تستعمل بذور الجزر المغلفة لأجل إحكام مسافة الزراعة وزيادة تجانس أحجام الجذور المنتجة.

كثافة الزراعة

يمكن أن تؤدى زيادة كثافة الزراعة عن مليونى بذرة/فدان (حوالى ٢,٥ كجم بذرة للفدان) إلى زيادة مشاكل الإصابات المرضية، إلا إذا كان من المتوقع انخفاض نسبة الإنبات (بسبب ضعف حيوية البذور أو وجود انحرافات حادة فى واحد أو أكثر من العوامل البيئية المؤثرة فى الإنبات)؛ بحيث لا يزيد عدد البذور النابتة عن مليونى بادرة بكل فدان.

عندما تساوت كثافة الزراعة فى جميع سطور الجزر فإن وزن الجذور المفردة بالسطور الخارجية (التى على حواف المصاطب) كان أثقل بمقدار ٥٠-١٠٠٪ عن وزن نظيراتها بالسطور الداخلية. وأدت زيادة كثافة الزراعة فى السطور الخارجية إلى ١,٥-٣ أضعاف الكثافة فى السطور الداخلية (مع بقاء الكثافة العامة لوحدة المساحة ثابتة) .. أدت إلى تساوى وزن الجذور فى كل السطور (Benjamin & Sutherland ١٩٩٢).

أما الزراعة لأجل إنتاج الـ baby carrot فإنها تكون بكثافة عالية تبلغ حوالى ١٠٠٠ بذرة فى المتر المربع (أى حوالى ١,٢٥ جم من البذور فى المتر المربع) من سطح المصاطب؛ بما يعنى أن كمية التقاوى يمكن أن تصل إلى حوالى ٥ كجم من البذور للفدان.

مواعيد الزراعة

يزرع الجزر البلدى خلال الفترة من منتصف شهر أغسطس إلى نهاية سبتمبر. ويؤدى تأخير الزراعة عن ذلك إلى تهيئة النباتات للإزهار، واتجاهها نحو التزهير بمجرد ارتفاع درجة الحرارة. أما الأصناف الأجنبية .. فإن زراعتها تبدأ من منتصف أغسطس مع الجزر البلدى، وتمتد حتى شهر فبراير؛ نظرًا لأن البرودة السائدة فى مصر خلال فصل الشتاء لا تكفى لتهيئتها للإزهار. ويمكن استمرار زراعتها إلى شهر مارس فى المناطق الساحلية، إلا أن محصولها يكون منخفضًا.

عمليات الخدمة

استعمال أغطية النباتات

يستجيب الجزر لاستعمال أغطية النباتات (مثل Agryl P17). تتوفر تلك الأغطية فى لفائف بعرض ١٢م، وبطول يناسب أى حقل. تفرد هذه الأغطية بعد زراعة البذور مباشرة؛ فتقلل كثيرًا من مشكلة تكون القشور السطحية، وتزيد من نسبة إنبات البذور. ويتعين رفع هذه الأغطية فى حوالى مرحلة نمو الورقة الحقيقية السابعة، لأجل زيادة التبكير والمحصول دون التسبب فى إحداث زيادة كبيرة غير مرغوب فيها فى النمو الخضرى. ويتعين دائمًا مراقبة درجة الحرارة تحت الغطاء، مع رفع الغطاء نهائيًا إذا ارتفعت الحرارة تحته عن ٢٩–٣٢ْم لعدة أيام متتالية.

الخف

نادرًا ما تخف حقول الجزر؛ نظرًا لأن هذه العملية مكلفة للغاية. ويمكن الاستغناء عنها بزراعة البذور على أكبر قدر من التجانس، وبالكمية المناسبة من التقاوى. ويمكن إجراء الخف فى الأماكن المزدحمة بعد نحو شهر من الزراعة، حينما تكون النباتات بطول ٥–٦ سم؛ حيث تخف على مسافة ١٠ سم فى حالة الزراعة بطريقة النثر، وعلى مسافة ٥ سم عند الزراعة فى سطور.

وتجدر الإشارة إلى أن إنبات بذور الجزر لا يكون أبدًا فى وقت واحد، وإنما يتم على مدى ١٠–١٥ يومًا. ويعنى ذلك أن البذور التى تنبت أولاً هى التى تعطى أكبر الجذور حجمًا.

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

يكون نمو نباتات الجزر ضعيفًا فى مبدأ حياتها، ولا يمكنها منافسة الحشائش؛ لذا .. فإن من الضرورى الاهتمام بمكافحة الحشائش - حينئذ - بالعزق الجيد. كما يجب - فى حالة الزراعة على خطوط - تكويم بعض التراب حول النباتات فى العزقات المتأخرة؛ لضمان عدم بروز أكتاف الجذور فوق سطح التربة؛ نظرًا لأنها تتلون باللون الأخضر إذا تعرضت للضوء.

ومن أهم مبيدات الحشائش التى تستخدم فى حقول الجزر، ما يلى:

١ - المذيبات البترولية النقية:

تستعمل المذيبات البترولية العالية النقاوة فى مكافحة الحشائش فى حقول الجزر وغيره من نباتات العائلة الخيمية بمعدل ١٥٠-٢٢٥ لترًا للفدان. ومن أمثلة هذه المذيبات تلك التى تستعمل فى إذابة الطلاء، وهى تباع تحت أسماء تجارية مختلفة، مثل: Stoddard solvent، وفارسول Varsol، و carrot oil. ويجب استعمال هذه المذيبات رشًا على النباتات فى المراحل المبكرة من النمو وقبل أن يزيد سمك الجذر عن ٦ مم لكى لا يؤدى استعمالها إلى إكساب الجذور طعما غير مقبول. تقتل هذه المذيبات جميع الحشائش الحولية النابتة، ويمكن استعمالها فى أى وقت بعد تكوين نباتات الجزر لورقتين حقيقيتين، وقبل أن يصل سمك جذورها إلى ٦ مم كما أسلفنا. ويمكن تكرار المعاملة بتلك الزيوت لمرتين أو ثلاث مرات حسب الحاجة، علمًا بأن الحشائش تقتل بسهولة عندما تكون أقل من ٥ سم طولاً. وتزداد فاعلية هذه الزيوت بارتفاع الحرارة حتى ٣٠°م، ولكن يضار الجزر ذاته عند ارتفاع الحرارة عن ذلك. كذلك يمكن أن تحدث أضرار للجزر من جرّاء المعاملة إذا أجريت وقت ارتفاع الرطوبة النسبية أو أثناء ابتلال النباتات (عن Klingman & Ashton ١٩٧٥).

٢ - بنزيوليد Bensulide (بريفار Prefar):

يستعمل قبل الزراعة بمعدل ٢,٥-٣ كجم للفدان، على أن يغطى بطبقة من التربة، تتراوح بين ٢,٥ و ٥ سم.

٣ - كلوروكسيورون Choroxuron (تينوران Tenoran):

يستعمل قبل الإنبات، مع ضرورة الرى بعد المعاملة مباشرة. ويمكن استعماله بعد

الإنبات، وتكوّن الأوراق الحقيقية الأولى. لا يجوز استعماله قبل الحصاد بأقل من ٦٠ يومًا، وهو يفيد فى مكافحة الحشائش ذات الأوراق العريضة.

٤ – كلور بروفام Chloropropham (كلور أى بى سى Chloro IPC):

يستعمل قبل الإنبات بمعدل ٢ كجم للفدان.

٥ – لينورون Linuron (لوروكس Lorox، وأفالون Afalon):

يستعمل بعد الزراعة، ولكن قبل الإنبات. كما يمكن استعماله بعد أن تبلغ النباتات ١٠ سم طولاً. ويستخدم بمعدل ٠,٢٥–٠,٧٥ كجم للفدان. وقد حقق الأفالون مكافحة جيدة لحشائش الجزر عندما استعمل بمعدل ٠,٤ كجم بعد الزراعة [illegible] ثم بمعدل ٠,٤ كجم فى عمر الورقة الحقيقية الثانية (Farag وآخرون ١٩٩٤).

٦ – نيتروفن Nitrofen (توك Tok):

يستعمل بعد الزراعة، ولكن قبل الإنبات. كما يمكن استعماله خلال الأسبوعين التاليين للإنبات، ويستخدم بمعدل ١–٣ كجم للفدان.

٧ – ترفلورالين Trifluralin (ترفلان Treflan):

يستعمل قبل الإنبات بمعدل ٠,٢٥–٠,٥٠ كجم للفدان، ويجب خلطه بالتربة (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

الرى

للرطوبة الأرضية أهمية كبيرة بالنسبة لكل من إنبات البذور ونمو الجذور. ونظرًا لأن بذور الجذر لا يمكنها البزوغ من خلال القشور السطحية للتربة إن وجدت، ونظرًا لأن البادرات يمكن أن تجف وتموت إذا كانت حرارة الطبقة السطحية من التربة شديدة الارتفاع؛ لذا .. فإن الرى خلال مرحلة إنبات البذور يكون بهدف جعل سطح التربة رطبًا، وباردًا، ومفككًا؛ الأمر الذى يستلزم ريًّا خفيفًا ومتكررًا. وعلى العكس من ذلك .. فإن الرى الغزير الزائد خلال تلك المرحلة يؤدى إلى زيادة تعرض البذور النابتة والبادرات الصغيرة للإصابة بالذبول الطرى.

أما خلال بقية مراحل النمو النباتى فإن الرى يجب أن يجرى بانتظام كلما انخفضت

الرطوبة فى التربة إلى نحو ٦٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية فى منطقة نمو الجـذور، وهى التى تتراوح بين ٣٠ سم بعد الإنبات إلى ٦٠ سم بعد ٧٥ يومًا من الزراعـة (Kruse وآخرون ١٩٩٠).

ويؤثر عدم انتظام الرى على نوعية الجذور، كما يلى:

١ – يؤدى نقص الرطوبة الأرضية إلى تكوين جـذور طويلـة نوعًـا مـا، رديئـة اللـون، وخشنة الملمس، وصلبة ومتخشبة.

٢ – تؤدى زيادة الرطوبـة الأرضيـة إلى زيـادة النمـو الخضـرى، ونقـص المحصـول، وإنتاج جذور رديئة اللون، يقل محتواها من السكر.

٣ – يؤدى عدم انتظام الرطوبة الأرضية – أى الرى الغزير بعد فترة من العطش – إلى تكون جذور متشققة، وغير منتظمة الشكل.

ويستدل من الدراسات التى أجريت على العلاقة بين الرطوبة الأرضية ومعـدل البنـاء الضوئى فى الجزر أن الجهد المائى لـلأوراق leaf water potential يرتبـط إيجابيًّـا مـع معدل البناء الضوئى، وأن زيادة الشدّ المائى فى النبات أو فى التربـة يحـدث نقصًـا فـى الجهد المـائى لـلأوراق، ومـن ثـم فـى كفاءتـها فـى البنـاء الضوئـى (Gibberd وآخـرون ٢٠٠٠).

ويجب إجراء الرى مبكرًا فى الصباح للمساعدة فى سرعة جفاف النمـوات الخضريـة خلال النهار.

التسميد

يعتبر الجزر من المحاصيل المجهدة للتربة، والتى تجب العناية بتسميدها.

أهمية العناصر وأعراض نقصها

يعتبر الآزوت ضروريًّا لكل من النمو الخضرى والجذرى، إلا أن الإفراط فـى التسـميد الآزوتى يؤدى إلى زيادة النمو الخضرى على حسـاب النمـو الجـذرى، مـع نقـص نسـبة السكر، وزيادة نسبة الرطوبة فى الجذور.

ويعد الفوسفور ضروريًّا للنمو الجذرى الجيد، ولزيادة نسبة السكر فى الجذور.

ويلزم البوتاسيوم للمساعدة على سرعة انتقال المواد الكربوهيدراتية المجهزة من الأوراق إلى الجذور. تظهر أعراض نقص البوتاسيوم فى الجزر على صورة تجعد بالأوراق وتلون بنى بالحواف، مع بهتان اللون الأخضر فى الأجزاء الداخلية منها واصفرارها إلى أن تصبح برونزية.

وتتميز أعراض نقص الكالسيوم بظهور العيب الفسيولوجى الذى يعرف باسم البقع الكهفية cavity spot، وأهم أعراضه خشونة الجذور وظهور نقر بها. يقل عادة محتوى الكالسيوم فى جذور الجزر التى يظهر بها ذلك العيب الفسيولوجى عن ٠,٢٥٪ على أساس الوزن الجاف.

ومن أهم مظاهر نقص المغنيسيوم بهتان لون الأوراق وتكون بقع صفراء أو بنية اللون فى أطرافها أو بفصوصها (عن Purvis & Carolus ١٩٦٤).

التعرف على مدى الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يبلغ مستوى النقص والكفاية للعناصر الأولية فى أعناق وأنصال أوراق الجزر بعد ٦٠ يومًا من الزراعة، كما يلى:

العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
النيتروجين النتراتى (جزء فى المليون)	٥٠٠٠	٧٥٠٠
الفوسفور PO_4 (جزء فى المليون)	٢٠٠٠	٣٠٠٠
البوتاسيوم K (٪)	٤	٦

كما يبلغ مستوى الكفاية من مختلف العناصر فى المادة الجافة لأوراق الجزر بعد ٦٠ يومًا من الزراعة وعند الحصاد، كما يلى (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

العنصر	بعد ٦٠ يومًا من الزراعة	عند الحصاد
النيتروجين (٪)	١,٨–٢,٥	١,٥–٢,٥
الفوسفور (٪)	٠,٢–٠,٤	٠,١٨–٠,٤
البوتاسيوم (٪)	٢,٠–٤,٠	١,٤–٠,٤
الكالسيوم (٪)	٢,٠–٣,٥	١,٠–١,٥

العنصر	بعد ٦٠ يومًا من الزراعة	عند الحصاد
المغنيسيوم (٪)	٠,٢–٠,٥	٠,٤–٠,٥
الحديد (جزء فى المليون)	٣٠–٦٠	٢٠–٣٠
المنجنيز (جزء فى المليون)	٣٠–٦٠	٣٠–٦٠
الزنك (جزء فى المليون)	٢٠–٦٠	٢٠–٦٠
البورون (جزء فى المليون)	٢٠–٤٠	٢٠–٤٠
النحاس (جزء فى المليون)	٤–١٠	٤–١٠

الاحتياجات السمادية

تمتص نباتات الفدان الواحد من الجزر حوالى ٧٠ كجم نيتروجينًا، و ١٢ كجم فوسفورًا، و ١٧٠ كجم بوتاسيوم. ورغم أنه لا يصل إلى الجذور سوى ٤٠، و ١٠، و ١٠٠ كجم من العناصر الثلاثة على التوالى .. إلاّ أن الكمية الممتصة كلها تُزال نهائيًا من الحقل؛ نظرًا لأن الجزر يحصد بعروشه (أى بنمواته الخضرية).

وتتراوح احتياجات الفدان السمادية من الجزر (فى الولايات المتحدة الأمريكية) من ١٥–٨٥ كجم نيتروجينًا، و ٣٠–٧٥ كجم P_2O_5، و ٢٠–١٠٠ كجم K_2O.

وقد تراوحت كمية النيتروجين المثلى التى لزمت التسميد الجزر فى تربة رملية (فى ولاية فلوريدا الأمريكية) بين ١٥٠، و ١٨٠ كجم N للهكتار (٦٣–٧٦ كجم N للفدان) حسب موعد الزراعة، حيث أعطت أعلى محصول وأفضل نوعية من الجذور (Hochmuth وآخرون ١٩٩٩).

ولا تجوز إضافة الأسمدة العضوية الطازجة قبل الزراعة مباشرة؛ لأن ذلك يؤدى إلى زيادة نسبة الجذور المتفرعة. ويرجع ذلك إلى التركيز المرتفع لحامض اليوريك بهذه الأسمدة. ويفضل إما إضافة السماد العضوى إلى المحصول السابق للجزر فى الدورة، وإما استعمال سماد قديم تام التحلل.

برنامج التسميد

أولاً: فى الأراضى السوداء:

يسمد الجزر فى الأراضى السوداء بنحو ١٥ م٣ من السماد البلدى القديم التام

التحلل، ويضاف معه ٢٥٠ كجم سوبر فوسفات كالسيوم أحادى (حوالى ٤٠ وحدة P_2O_5)، و ٥٠ كجم سلفات نشادر (١٠ كجم N)، و ٢٥ كجم سلفات بوتاسيوم ١٢ (وحدة K_2O) وتضاف باقى الأسمدة الكيميائية بعد الزراعة، بواقع ١٠٠ كجم نترات نشادر (٣٣,٥ كجم N)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (٢٥ كجم K_2O) بعد نحو أربعة أسابيع من الزراعة، ثم ٥٠ كجم نترات نشادر (حوالى ١٦,٥ كجم N)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (٢٥ كجم K_2O) بعد ثلاثة أسابيع أخرى. وبذا .. يكون إجمالى كمية العناصر السمادية المستعملة: ٦٠ كجم N، و ٤٠ كجم P_2O_5، و ٦٢ كجم K_2O للفدان.

ثانيًا: فى الأراضى الرملية:

يسمد الجزر فى الأراضى الرملية التى تروى بالرش على النحو التالى:

يضاف قبل الزراعة ١٥م^3 سمادًا بلديًّا، و ٥م^3 زرق دواجن، و ٢٠ كجم N (١٠٠ كجم سلفات نشادر)، و ٤٥ كجم P_2O_5 (حوالى ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى)، و ٢٥ كجم K_2O (٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، و ٥ كجم MgO (٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم) للفدان. تكون إضافة هذه الأسمدة نثرًا، مع خلطها جيدًا بالطبقة السطحية من التربة قبل الزراعة.

أما بعد الزراعة فتسمد حقول الجزر بنحو ٦٠ كجم N (يفضل أن يكون ٥٠-٧٥٪ منه نيتراتيًّا)، و ٥٠ كجم K_2O (يمكن استعمال سلفات البوتاسيوم)، مع إضافة تلك الكميات فى جرعات أسبوعية (مع مياه الرى ٣-٤ مرات أسبوعيًا) على امتداد موسم النمو (بداية من بعد اكتمال الإنبات بأسبوعين وحتى قبل الحصاد بأسبوعين)، وعلى أن تكون أعلى معدلات للتسميد بكل من الآزوت والبوتاسيوم بعد ٦، و ١٠ أسابيع من الإنبات، على التوالى.

هذا .. ويحتاج الأمر إلى ٢-٣ رشات بالأسمدة الورقية التى تحتوى على العناصر الدقيقة، ويكون ذلك بعد حوالى ٣، و ٦، و ٩ أسابيع من إنبات البذور.

المعاملة بالمنشطات الحيوية

استجابت نباتات الجزر للمعاملة ببعض المنشطات الحيوية النباتية، مثل الأجرولج Agro-Lig، والإنِرسول Enersol (وهما يحتويان على أحماض دبالية humic acids)،

والإرجوستيم Ergostim (وهو يحتوى على حامض الفوليك) .. وذلك بزيادة وزن الجـذر إلى أكثر من الضعف. وقد أجريت المعاملة بإضافة أى مـن تلـك المنشـطات بـتركيز ١,٥٪ (وزن/حجم) إلى الجل السائل المستعمل فى حمل البـذور عنـد زراعتـها وهـو اللابونيـت ٥٠٨ Laponite 508 (Sanders وآخرون ١٩٩٠).

الفصل الثالث

فسيولوجيا الجزر

حجم البذور وعلاقته بالإنبات والنمو النباتي

طول أجنة البذور وأهميته وطرق تقديره

يتراوح التفاوت فى اكتمال إنبات بذور الجزر فى عينةٍ ما بين ثلاثة أيام وسبعة أيام ونصف. وقد وجد أن هذا التفاوت فى سرعة الإنبات مرده إلى الاختلافات فى طول أجنة البذور. كما وجد أن حجم الجذور عند الحصاد يرتبط ارتباطًا مباشرًا مع وزن البادرات بعد الإنبات، وترتبط هذه الاختلافات بموعد الإنبات. وبعبارة أخرى .. فإن البذور ذات الأجنة الكبيرة يكون إنباتها أسرع، وتعطى بادرات أقوى، وجذورًا أكبر حجمًا. ويؤدى التفاوت فى طول أجنة البذور إلى إنتاج جذور غير متجانسة فى الحجم (عن Gray وآخرين ١٩٨٦).

ولأن تجانس الجذور مطلوب سواء أنتجت لغرض الاستهلاك الطازج، أم للتصنيع؛ لذا .. فإنه من الضرورى مراعاة تجانس البذور فى حجم الأجنة؛ ولهذا السبب .. فإن اختبارات بذور الجزر (فى المملكة المتحدة) تتضمن اختبارًا، يتم فيه تقدير معامل الاختلاف Coefficient of Vaiation فى حجم جنين البذرة. وقد جرت العادة على إجراء هذا الاختبار على عينة من ١٠٠ بذرة، يتم فصل أجنتها تحت الميكروسكوب باستعمال أدوات التشريح، وهى طريقة مكلفة، ويتطلب إجراؤها وقتًا طويلاً، وخبرة كبيرة للقائمين بتنفيذها. وقد توصل Keefe & Draper (١٩٨٦) إلى طريقة سهلة وسريعة لتقدير معامل الاختلاف فى طول جنين بذرة الجزر. تتضمن هذه الطريقة التخلص من غلاف البذرة بالوسائل الميكانيكية والكيميائية، وتقدير طول الجنين آليًّا بوسائل إليكترونية، تعتمد عل "رؤية" الآلة للجنين، ثم تحليل النتائج، وحساب معامل الاختلاف بالحاسب الآلى الموجود فى الجهاز نفسه. يتطلب حساب معامل الاختلاف لطول الجنين فى عينة من البذور بهذه الطريقة نحو سدس الوقت الذى يلزم فى الطريقة

العادية؛ وبذا .. يمكن زيادة حجم العينة إلى ٢٠٠ بذرة بدلاً من ١٠٠؛ فتزيد دقة النتائج، ويختصر الوقت اللازم لإجرائها إلى الثلث.

تأثير التفاعل بين حجم البذور ودرجة الحرارة فى التأثير على الإنبات

أنبتت بذور الجزر فى مدى حرارى واسع تراوح بين ٥، و ٣٥°م، إلاّ أن نسبة الإنبات كانت منخفضة فى أقل من ١٠°م وفى أكثر من ٣٠°م، كذلك انخفضت نسبة الإنبات عند انخفاض نسبة الأكسجين فى بيئة الزراعة. وقد كان إنبات البذور الكبيرة (١,٨-٢,١ مم) أفضل على ٥°م، ولكنها كانت أكثر حساسية لنقص الأكسجين عن البذور الصغيرة (١,٢-١,٨ مم). كذلك كان إنبات البذور التى حُصل عليها من نورات الرتبتين الأولى والثانية أسرع وأعلى نسبة عما فى تلك التى حصل عليها من نورات الرتبة الثالثة (Corbineau وآخرون ١٩٩٥).

وبالمقارنة .. لم تلاحظ فروق معنوية فى نسبة إنبات البذور النهائية بين البذور الصغيرة والكبيرة فى مدى حرارى تراوح بين ٥، و ٣٠°م، ولكن إنبات البذور الصغيرة كان أسرع قليلاً عن إنبات البذور الكبيرة. وبتبادل انخفاض الحرارة ليلاً إلى ٢٠°م مع ارتفاعها نهارًا إلى ٣٥، أو ٤٠، أو ٤٥، أو ٥٠°م وجد أن البذور الكبيرة كانت أكثر حساسية للحرارة العالية وأنها كانت أبطأ إنباتًا عن البذور الصغيرة، ولكن نسبة الإنبات النهائية لم تتأثر حتى ٤٥°م، بينما انخفضت بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك. وفى وجود قشور التربة soil crusts كانت البذور الكبيرة الحجم أسرع إنباتًا عن البذور الصغيرة عندما كانت التربة مبتلة، ولكن حدث العكس فى ظروف الجفاف (Villeneuve وآخرون ١٩٩٣).

علاقة حجم البذور بسرعة إنباتها وقوة نمو النباتات الناتجة منها

كانت السويقة الجنينية السفلى للبادرات التى نتجت من زراعة البذور الثقيلة أطول وأظهرت (أى السويقة الجنينية السفلى) قوة نمو أكبر عن نظيراتها فى البادرات التى نتجت من زراعة بذور خفيفة الوزن؛ وكانت تلك الصفات مسئولة عن القدرة الأكبر لتلك

البادرات على الإنبات من الأعماق الكبيرة (حتى ٥ سم) ومن خلال قشور التربة السميكة (حتى ٥ مم).

كذلك تأثر نمو النباتات بعد الإنبات بكل من وزن البذور المستعملة فى الزراعة وبطول الفترة من بدء إنبات البذور حتى بزوغ البادرات من التربة. وبينما تأثر وزن البادرات وقت بزوغها بوزن البذور التى استخدمت فى الزراعة، فإن معدل النمو النسبى للبادرات لم يتأثر بوزن البذور التى نتجت منها تلك البادارت ولكنه انخفض بزيادة طول الفترة التى سبقت بزوغها، وكان مرد ذلك إلى حدوث نقص فى كفاءة الأوراق الفلقية على القيام بعملية البناء الضوئى (Tame وآخرون ١٩٩٦).

الإزهار والإزهار المبكر

يطلق اسم الإزهار المبكر Premature Seeding، أو الحولى على ظاهرة اتجاه النباتات نحو الإزهار قبل حصاد محصول الجذور. أما الإزهار Flowering المرغوب .. فيكون فى حقول إنتاج البذور.

تتجه أصناف الجزر الآسيوية (التى نشأت فى المناطق الدافئة) نحو الإزهار بمجرد تعرضها لفترة ضوئية طويلة، دونما حاجة إلى معاملة الارتباع، وتعتبر هذه الأصناف حولية. أما الأصناف التى نشأت فى المناطق الباردة من العالم، فإنه تلزمها معاملة الارتباع لكى تزهر (عن George ١٩٨٥).

وتدل دراسات Saker & Thompson عام ١٩٤٢ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) على أن تهيئة نباتات الجزر (من الأصناف الأمريكية) للإزهار تتطلب تعريضها لدرجات حرارة منخفضة بعد انتهاء فترة الحداثة Juvenility، وذلك بعد أن تبدأ الجذور فى الزيادة فى السمك، بحيث لا يقل قطرها عن ٦ مم. وقد أزهرت جميع النباتات عندما عرضت لدرجة حرارة تراوحت بين ٤ و ١٠°م لمدة ١٥ يومًا، ثم عرضت بعد ذلك لمجال حرارى يتراوح بين ١٦ و ٢١°م. ولم تزهر سوى نسبة قليلة من النباتات عندما عرضت باستمرار لدرجة حرارة تراوحت بين ١٦ و ٢١°م، بينما لم يزهر أى من النباتات التى عرضت باستمرار لدرجة حرارة تراوحت بين ٢١، و ٢٧°م.

كذلك وجد أن فترة حداثة الجزر تنتهى بتكوين النبات لنحو ٨-١٢ ورقة. ويؤدى تعريض النباتات التى تخطت تلك المرحلة لحرارة تتراوح بين ٣، و ١٢°م لمدة ٩ أسابيع أو لمدة أطول من ذلك إلى سرعة الاتجاه نحو الإزهار عند ارتفاع الحرارة بعد ذلك إلى ١٦-٢٠°م، بينما لا تزهر النباتات التى تبقى فى ذلك المدى الحرارى المرتفع طول الوقت. وقد ازدادت معدلات استطالة الشماريخ الزهرية والإزهار خطيًّا بارتفاع الحرارة من -١ إلى ٥°، وانخفضت خطيًّا بارتفاعها من ٧ إلى ١٦°م؛ وبذا أمكن التوصل إلى أن درجة حرارة الأساس، والمثلى، والقصوى لارتباع الجزر هى - على التوالى - -١°م، و ٦,٥، و ١٦°م (Atherton وآخرون ١٩٩٠).

هذا .. وتجمع أكثر الدراسات على أن الحرارة المؤثرة فى ارتباع الجزر تتراوح بين صفر، و ١٠°م، وأن تأثير الحرارة المنخفضة المحفز للإزهار يزداد بزيادة فترة تعرض النباتات لها (عن Kahangi وآخرين ١٩٩٦).

وتختلف الأصناف فى مدة التعرض للحرارة المنخفضة اللازمة لتهيئتها للإزهار؛ فالصنف البلدى - مثلاً - يتهيأ للإزهار عند تعرضه لأقل قدره من البرودة، وتتجه النباتات نحو الإزهار بمجرد دفء الجو فى بداية الربيع، ويتهيأ الصنف كنتوكى Kintoki اليابانى (ذو الجذور الحمراء) للإزهار بأى من معاملتى الارتباع أو التعريض لفترة ضوئية طويل. وإذا أزهرت النباتات قبل الحصاد .. فإن جذورها تكون ذات مذاق غير مرغوب.

هذا .. ويؤدى تعريض النباتات التى حصلت على احتياجاتها من معاملة الارتباع ولكنها لم تبدأ بعد فى الاتجاه نحو الإزهار .. يؤدى تعريضها لحرارة ٢٨-٣٥°م لعدة أيام إلى إزالة أثر الارتباع أى يحدث لها devernalization. ولكن ما أن تباشر النباتات فى النمو الزهرى (نمو الساق الزهرية) فإن معدل ذلك النمو يزداد بارتفاع الحرارة من ١٤ إلى ٢٦°م (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد وجد Atherton وآخرون (١٩٨٤) أن تعريض نباتات الجزر صنف شانتناى رد كورد Chantenay Red Cored لدرجة حرارة مقدارها ٥°م، وفترة ضوئية قصيرة (أقل من ١٢ ساعة) لمدة ١١-١٢ أسبوعًا أدى إلى سرعة تهيئتها للإزهار عما لو تمت معاملة

الحرارة المنخفضة بمصاحبة فترة ضوئية طويلة (١٦ ساعة). ولكن الفترة الضوئية الطويلة هذه كانت ضرورية بعد معاملة الارتباع؛ لكى تتجه النباتات نحو النمو الزهرى؛ حيث لم تزهر النباتات التى استمر تعريضها لفترة ضوئية قصيرة (٨ ساعات) بعد معاملة البرودة؛ ولذا .. فقد اقترحوا وصف نباتات الجزر - من حيث احتياجاتها البيئية لكى تزهر - بأنها نباتات قصيرة - طويلة النهار Short-long day plants تتطلب معاملة الارتباع.

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن احتياجات نباتات الجزر من معاملة الارتباع يمكن استبدالها بمعاملة الجذور أو النموات الخضرية بحامض الجبريلليك. كما أمكن - أيضًا - تأخير وتثبيط إزهار نباتات الجزر بمعاملتها بأى من منظمى النمو: كلورمكوات Chlormequat، أو دامينوزايد Daminozide. ويفيد ذلك فى منع الإزهار المبكر. وقد استخدم Jacobsohn وآخرون (١٩٨٠) منظم النمو الأخير برش النباتات مرتين، بتركيز ٥٠٠٠ جزء فى المليون قبل أربعة أسابيع، وأسبوعين من موعد الإزهار العادى. وأدت هذه المعاملة إلى تأخير الإزهار دون التأثير على فعل عملية الارتباع، وكانت المعاملة أكثر فاعلية مع أصناف الجزر الأقل ميلاً للإزهار المبكر، وأدت إلى تحسين نوعية الجذور، لكنها لم تؤثر على المحصول.

النمو الخضرى

تكون الأوراق الجزر صغيرة وبطيئة النمو فى المراحل الأولى لنمو النبات، ولكن مع ازدياد تكوين الأوراق الجديدة بعد ذلك تصبح الأوراق أكثر طولاً بصورة مطردة، ويستمر الأمر على هذا النحو إلى حين بداية زيادة الجذور فى الحجم فى حوالى منتصف موسم النمو بعد نحو ٦٠-٧٠ يومًا من الزراعة، حيث يقل معدل تكوين الأوراق الجديدة وتقل أطوالها. كذلك يحد الاتجاه نحو الإزهار - بشدة - من نمو الأوراق. ويتشابه منحنى وزن الأوراق المتكونة مع منحنى طولها.

هذا .. وتزداد الأوراق طولاً فى الفترة الضوئية الطويلة، والحرارة العالية، وعند غزارة التسميد الآزوتى، وفى ظرف كثافة الزراعة العالية.

وقد أدت زيادة درجة الحرارة (لكل من الجذور والنموات الهوائية) من ١٥ إلى ٢٥°م

إلى زيادة الوزن الجاف للنمو الخضرى إلى أكثر من ٢٥٠٪ من وزنه الابتدائى (عند ١٥°م)، وإلى زيادة الوزن الجاف للنمو الجذرى إلى ١٥٠٪ من وزنه الابتدائى. وأدى رفع درجة حرارة النموات الهوائية فقط من ١٥ إلى ٢٥°م مع بقاء حرارة الجذور عند ١٥°م إلى زيادة الوزن الجاف للنمو الخضرى بنسبة ٣٦٪ وخفض الوزن الجاف للنمو الجذرى بنسبة ٧٪. هذا بينما أدت المعاملة العكسية (رفع حرارة الجذور من ١٥ إلى ٢٥°م مع بقاء النمو الخضرى عند ١٥°م) إلى نقص زيادة الوزن الجاف للنمو الخضرى بنسبة ١٣٪ وزيادة الوزن الجاف للنمو الجذرى بنسبة ٤٧٪.

هذا .. ولا يعد النمو الخضرى القوى دليلاً على النمو الجذرى القوى، فكثيرًا ما يحدث العكس، وخاصة عند مقارنة أصناف مختلفة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد أوضحت الدراسات التى رشت فيها النموات الخضرية للجزر بمختلف منظمات النمو، ما يلى (عن Thomas وآخرين ١٩٨٢):

منظم النمو	الوزن الجاف للنمو الجذرى (جم)	الوزن الجاف للنمو الخضرى (جم)	نسبة النمو الجذرى إلى النمو الخضرى	ملاحظات
الكنترول	٣٦,٧	٧,٥	٤,٩	
حامض الجبريلليك	٢٤,٣	٩,٥	٢,٧	حدث نقص كبير فى الوزن الجاف الكلى للنبات
بنزيل أمينوبيورين	٣٥,٠	١٠,٠	٣,٥	
كلورمكوات	٣٨,٥	٦,٢	٦,٢	
إثيفون	٢٦,٥	٤,١	٦,٤	أضيرت الأوراق وظهرت عليها شيخوخة مبكرة

نمو الجذور الخازنة

تنشأ الجذور الخازنة فى الجزر نتيجة لتكوين ونشاط أسطوانة الكمبيوم الوعائى فى كل من السويقة الجنينية السفلى والجذر. يتكون الكمبيوم الوعائى من عدة شرائط من الخلايا تكونت أصلاً من انقسام الخلايا التى تتواجد بين الخشب الابتدائى واللحاء الابتدائى. ويلى ذلك مباشرة تكوين الكامبيوم الثانوى بنشاط ميرستيمى بين الخشب

الابتدائى واللحاء الابتدائى. ويستمر هذا الكامبيوم الثانوى فى التكوين بالامتداد حول الخشب إلى أن يكون طبقة كامبيومية كاملة تحيط بالخشب المركزى الابتدائى. وتنقسم خلايا هذا الكامبيوم لتكوّن خلايا جديدة تعطى لحاء نحو الخارج وخشبًا نحو الداخل. تكبر هذه الخلايا الجديدة المتكونة فى الحجم وتتميز إلى أوعية وخلايا برانشيمية خازنة وهى التى تشكل الجزء الأكبر منها، وتزداد أحجامها كثيرًا بصورة تدريجية. وتستمر عملية تكوين الأنسجة الجديدة وزيادة الخلايا البرانشيمية الجديدة فى الحجم طوال فترة نمو الجذور.

وأثناء النمو الثانوى للجذر فإنه ينمو طوليًّا كذلك من خلال نشاط القمة النامية للجذر، ثم تتكون الجذور الليفية الجانبية على كل من الجزء المتضخم من الجذر والجذر الوتدى. تنشأ الجذور الجانبية من خلايا الأسطوانة المحيطية (البيريسيكل)، ثم تبرز من البشرة الداخلية (الإندوديرمز) وتشق طريقها خلال أنسجة الجذر الخارجية حتى تبرز منه. هذا ولا تمر تلك الجذور الجانبية بمرحلة نمو ثانوى.

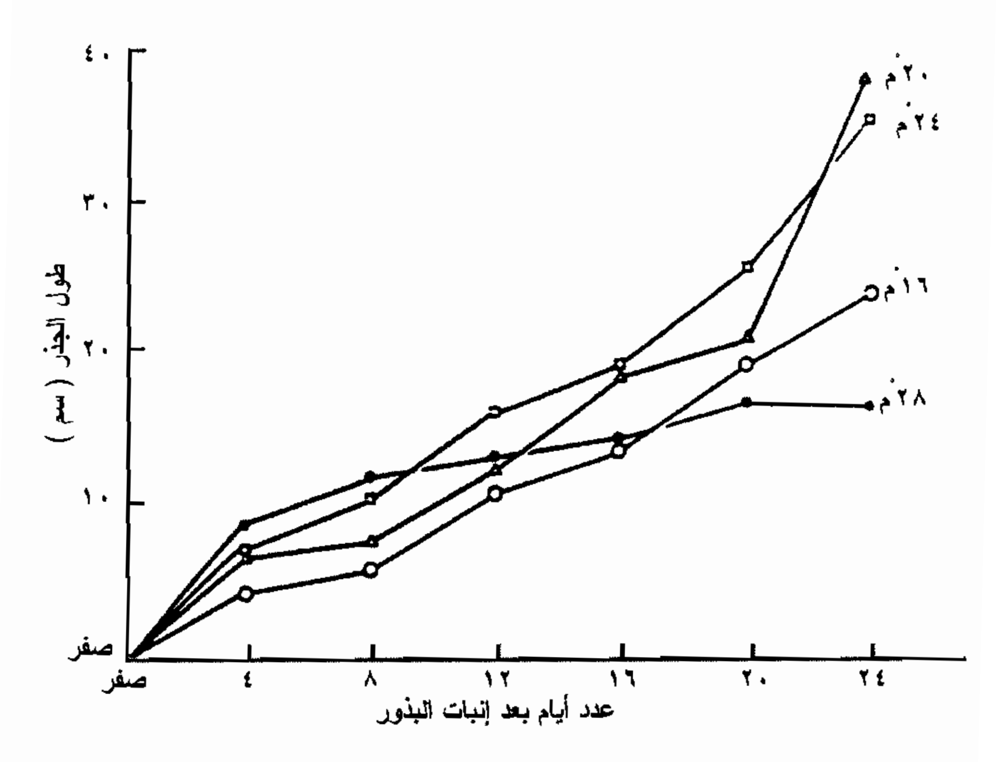
يبدأ ازدياد السويقة الجنينية السفلى فى السمك – وكذلك الجزء العلوى من الجذر – بعد حوالى ستة أسابيع من النمو. وتشكل السويقة الجنينية العليا حوالى ١٥–٢٠٪ من الطول النهائى لجذر الجزر المستعمل فى الغذاء. ولا توجد حدود فاصلة ظاهرة بين جزأى الجذر، إلا أن الجذور الليفية لا تتكون فى منطقة السويقة الجنينية السفلى.

ويؤدى استمرار زيادة الجذر فى الحجم إلى سقوط مبكر لأنسجة القشرة، ليحل محلها طبقة من البيريدرم تنشأ من الأسطوانة المحيطية. وتظهر انخفاضات أفقية بالجذور تميز موضع بروز كل جذر جانبى من البيريدرم. وعندما تكون تلك الانخفاضات قليلة العدد وسطحية فإن الجذور تكون ناعمة؛ الأمر الذى يشاهد فى الأصناف المحسنة مقارنة بالوضع فى الطرز البرية والأصناف القديمة التى تكون جذورها خشنة الملمس.

ويستمر جذر الجزر فى الزيادة فى الحجم حتى الحصاد، وإن كان ذلك يتم بصورة أبطأ فى الجزء الأخير من موسم النمو.

تكون جذور الجزر الخازنة أكثر طولاً فى حرارة ثابتة تتراوح بين ٢٠، و ٢٤°م عما

فى حرارة ١٦، أو ٢٨°م (شكل ٣-١). وعادة يتحدد الطول النهائى للجزء المتضخم الجذر فى خلال ٥٠ يومًا من الزراعة. وتكون الزيادة فى الطول خلال تلك المرحلة أكثر وضوحًا عن الزيادة فى الوزن التى تكون بطيئة فى البداية، ولكنها تصبح واضحة وثابتة بداية من الثلث الثانى لفترة النمو، وتستمر حتى الحصاد، ثم تتقلص الزيادة فى الوزن مرة أخرى بالقرب من الحصاد. كذلك يلاحظ أن معدل الزيادة فى قطر الجذر عند الأكتاف تكون أكثر تبكيرًا من الزيادة فى وزن الجذر. ويلى ذلك مرحلة تتوازى فيها الزيادة فى قطر الجذر مع الزيادة فى وزنه حتى قرب الحصاد حينما تبدأ الزيادة فى القطر فى النقصان، بينما يستمر معدل الزيادة فى الوزن كما هى. وتعرف الجذور التى تصل إلى الحجم المناسب للتسويق بأنها مكتملة التكوين mature، ولكن الحقيقة أنها لا تكون – فسيولوجيًّا – مكتملة التكوين، حيث أنها تكون ماتزال – فى تلك المرحلة – قادرة على الزيادة فى الحجم (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

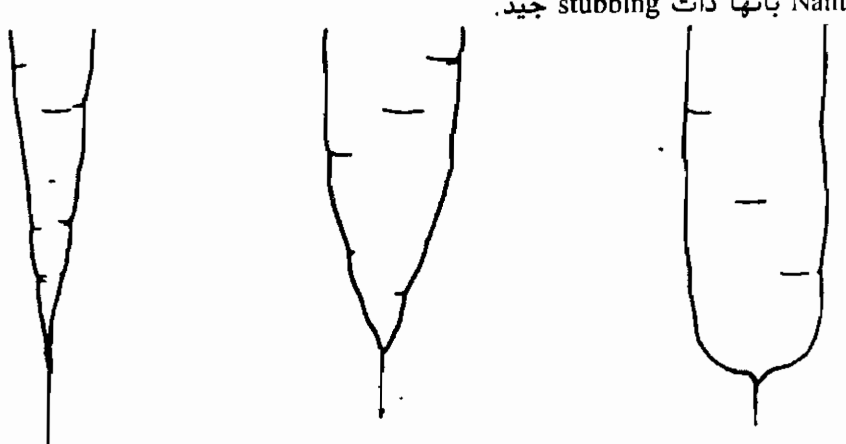


شكل (٣-١): تأثير درجة الحرارة على نمو الجذر فى الجزر.

هذا وتزداد كثيرًا نسبة نسيج الخشب فى جذور الجزر عند زيادة نسبة النمو الخضرى إلى الجذور، كما فى النصف Autumn King على سبيل المثال (Hole وآخرون ١٩٨٧).

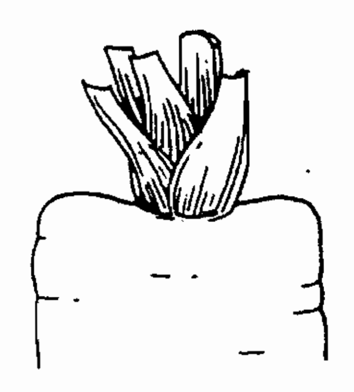
شكل الجذور

تختلف أصناف الجزر فى شكل نهاية الجذر (شكل ٣-٢)، وفى شكل الأكتاف ومنطقة السويقة الجنينية السفلى (شكل ٣-٣) .. فالجذر قد يكون مسحوبًا من نهايته التى تبدو كامتداد للجزء المتضخم من الجذر كما فى طراز Imperator. كما قد تكون نهاية الجذر كاملة الاستدارة ويبرز منها الجذر الوتدى بصورة واضحة كما فى طراز Nantes. ويعرف مظهر الجذر عند نهايته باسم Stubbing، وتوصف أصناف طراز الـ Nantes بأنها ذات stubbing جيد.



شكل (٣-٢): التباين فى شكل نهاية الجزء المتضخم من جذر الجزر.

وعند زيادة طول فترة النمو تزداد درجة الأسطوانية - على حساب الانسحاب - فى نهايات الجذور. ففى الأصناف ذات الجذور القمعية الشكل تزداد جذورها سمكًا عند الأكتاف فى مراحل نموها الأولى، ولكن مع استمرار النمو وزيادة فترته تزداد الجذور فى القطر بالقرب من نهايتها وتستدير عند النهاية، وبذا تزداد حالة الـ stubbing أو الـ blunting (وهى صفة مرغوبة)، ولكنها تكون أشد وضوحًا فى أصناف طراز الـ Nantes عما فى طرازى الـ Imperator والـ Chantenay (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).





شكل (٣-٣): التباين فى شكل الأكتاف ومنطقة السويقة الجنينية السفلى من جذر الجزر (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويتأثر شكل الجذور بعدد من العوامل، كما يلى:

١ - طبيعة التربة:

قد تنتج الجذور غير المنتظمة الشكل والمتفرعة من جراء تواجد معوقات لنمو الجذور فى التربة (مثل: مخلفات المحصول السابق) أو بسبب الإصابات المرضية. ويمكن أن يؤدى اندماج التربة إلى الحد من النمو الطولى للجذر وإلى تغيير شكله. وتزداد نسبة الجذور المشوهة وغير المنتظمة الشكل فى الأراضى الثقيلة عما فى الأراضى الخفيفة.

٢ - كثافة الزراعة:

تؤثر كثافة الزراعة على شكل الجذر، حيث تؤدى الكثافة العالية إلى تقليل الانسحاب الذى يوجد فى نهاية الجذر فى الأصناف ذات الجذور القمعية الشكل، وإلى زيادة انتظام الشكل الأسطوانى فى الأصناف ذات الجذور الأسطوانية. وتؤدى الكثافة النباتية المنخفضة إلى زيادة فرصة حدوث تشققات الجذر الطولية.

٣ - رطوبة التربة:

تؤثؤ رطوبة التربة على الجذور الخازنة للجزر من عدة جوانب، كما يلى:

أ - تميل الجذور إلى الاستطالة فى الأراضى الجافة نسبيًّا.

ب - تزداد تشققات الجذر الطولية بالتقلبات فى الرطوبة الأرضية.

جـ - كذلك تؤثر رطوبة التربة على مدى نعومة سطح الجذر الذى قد تظهر فيه

بعض النقر ويصبح مموجًا أو مجعدًا عند انخفاض الرطوبة الأرضية، هذا بينما تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية بصورة دائمة إلى بروز نموات شبه فلينية عند قواعد الجذور الجانبية.

د – تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية لفترة طويلة إلى إحداث زيادة كبيرة فى عدد الجذور الجانبية التى تخرج من الجذور الخازنة؛ مما يجعلها تبدو شعرية، كما تعمل على زيادة التصاق التربة بها عند الحصاد.

٤ – درجة الحرارة:

يكون شكل الجذر مطابقًا لما يكون عليه الصنف فى حرارة ١٨°م، وتصبح الجذور أطول وأرفع فى حرارة ١٣°م، وأقصر وأسمك فى حرارة ٢٤°م. كما أن تغير درجة الحرارة – من ٧°م إلى ١٨°م بين الليل والنهار – يجعل الجذور أطول وارفع مما لو كانت الحرارة ثابتة عند ١٨°م. وإذا نمت النباتات فى حرارة ١٨°م حتى بداية زيادة الجذور فى السمك، ثم انخفضت الحرارة إلى ٧°م .. فإن ذلك يؤدى إلى توقف الزيادة فى سمك الجزء السفلى (أى الجزء العلوى من الجذر الوتدى)، بينما تستمر الزيادة فى سمك الجزء العلوى (أى فى السويقة الجنينية السفلى). ويؤدى الارتفاع، أو الانخفاض فى درجة الحرارة إلى جعل قمة الجذور مستدقة بدلاً من أن تكون مستديرة كما فى أصناف شانتناى، ونانتس. كذلك تؤدى الحرارة العالية إلى جعل الأكتاف حادة؛ أى ليست كاملة الاستدارة (عن Shoemaker ١٩٥٣).

وتحد الحرارة الأعلى عن ٢٥°م استطالة الجذور الخازنة وزيادتها فى القطر، فى الوقت الذى تحفز فيه النمو الجذرى الوتدى. كذلك قد تغير الحرارة العالية من شكل الجذر بإحداثها لاستطالة بسيطة فى الساق القرصية مما يجعل الجذر يبدو معنقًا، بينما لا يحدث ذلك فى الحرارة المعتدلة التى تبدو فيها الأكتاف مُحدَّدَة لبداية الجذر (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

لون الجذور ومحتواها من الصبغات

إن أهم الصبغات التى تتحكم فى مدى دكنة اللون البرتقالى فى جذور الجزر هى صبغتا الألفاكاروتين Alpha-Carotene، والبيتا كاروتين Beta-Carotene، وكلتاهما

مبادئ لفيتامين أ. وكلما ازداد تركيزهمـا ازدادت قيمـة الجـزر الغذائيـة، ويـزداد اللـون دكنة عند ارتفاع نسبة البيتا كاروتين إلى الألفا كاروتين (Bradley وآخـرون ١٩٦٧)، إلا أن Laferriere & Gableman (١٩٦٨) وجدا عكس ذلك، حيـث تراوحـت نسبة البيتـا كاروتين إلى الألفا كاروتين فى دراساتهم من ٧,٥ فى الجذور الصفراء إلى ١,٥ فى الجذور ذات اللون البرتقالى القاتم.

إن الصبغات المسئولة عن الألوان المختلفة لجذور الجزر، هى: البيتا كـاروتين والألفـا كاروتين للون البرتقالى، والليكوبين للون الأحمر، والأنثوسيانين للون الأرجوانى. هذا ولا يعد الأنثوسيانين من الصبغـات الكاروتينيـة، كمـا لا يعـد الأنثوسـيانين والليكوبـين مـن مبادئ فيتامين أ. كذلك توجد تركيزات منخفضة من الزانثوفيلـلات xanthophylls وهى من الكاروتينات وتوجد فى الجذور البرتقالية والصفراء، وخاصة فى الأخيرة.

يحتوى الجزر البرتقالى على حوالى ٩٠ جزءًا فى المليون من الكاروتينات الكليـة التـى تتوزع على مختلف الكاروتينات، كما يلى:

الكاروتين	النسبة (٪)
alpha-carotene	١٥–٤٠
beta- carotene	٤٥–٨٠
gamma- carotene	٢–١٠
zeta- carotene	صفر–٢
lycopene وكاروتينات أخرى	٣–٦

وقد يزيد محتوى الكاروتينات الكلى للجذور ذات اللون البرتقالى الداكن بنسبة تصـل إلى ٥٠٪ (Peterson & Simon ١٩٨٦، و Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

وبدراسة ١٩ صنفًا من الجزر .. تراوح محتواهـا مـن الألفـا كـاروتين بـين ٢٢، و ٤٩ جزءًا فى المليون، ومن البيتا كاروتين بين ٤٦، و ١٠٣ أجـزاء فـى المليـون علـى أسـاس الوزن الطازج. وقد احتوت جميـع الأصنـاف المختـبرة علـى الجامـا كـاروتين بـتركيزات تراوحت بين ٦,٣، و ٢٧ جزءًا فـى المليـون، وعلـى الليوتـين lutein بـتركيز ١.١–٥,٦ جزءًا فى المليون (Heinonen ١٩٩٠).

وتعتبر صبغتا: البيتا كاروتين، والليكوبين Lycopene أهم الصبغات في الجزر الأحمر. وتشكل صبغات الزانثوفيل Xanthophylls نحو ٧٠-٩٥٪ من الكاروتينات الكلية في الجزر الأصفر، بينما لا تزيد عن ١٠٪ في الجزر البرتقالي، والأحمر. ومن الصبغات الأخرى التي وجدت في جذور الجزر بكميات قليلة كل من: الفيتوين Phytoene، والفيتوفلوين Phytofluene، والزيتا كاروتين Zeta-Carotene، والدلتا كاروتين Delta-Carotene، والجاما كاروتين Gamma-Carotene، والنيوروسبورين Neurosporene. أما الجذور البيضاء .. فإنها فقيرة في الكاروتنيات الكلية (عن Buishand & Gabelman ١٩٨٠).

ومن بين الصبغات الكاروتينية التي أمكن التعرف عليها - بالإضافة إلى البيتا كاورتين، والألفا كاروتين، والزانثوفيلات - كلا من: الزيتا كاروتين، والفيتوين phytoene، والفيتوليوين phytoluene (Watanabe & Takagi ٢٠٠٠).

يقل لون الجذر دكنةً بالاتجاه من قمة الجذر عند الأكتاف (وهي المنطقة التي يحدث فيها أكثر التغليظ الثانوي) نحو الطرف الآخر الرفيع للجذر. كما يقل اللون - أيضًا - حول منطقة الكامبيوم بين القلب الخارجي والقلب الداخلي. ويرجع ذلك إلى أن الكاروتين يبدأ تكوينه في أكبر خلايا اللحاء عمرًا (وهي الخلايا الخارجية)، ثم يتقدم تكوينه في بقية خلايا اللحاء نحو الكامبيوم. ويحدث الشئ نفسه في خلايا الخشب (القلب الداخلي). وتظهر نتيجة لذلك حلقة فاتحة اللون عند الكامبيوم، ولكنها تأخذ لونًا قريبًا من لون باقي الجذر، مع تقدمه في العمر، خاصة إذا كان النمو الجذري بطيئًا (Shoemaker ١٩٥٣).

ويزداد تركيز الكاروتين في أنسجة الجذر المختلفة مع تقدمها في العمر؛ ولذا نجد أن تركيز الصبغة يقل مع الاتجاه طوليًا من قمة الجذر نحو طرفه السفلي، كذلك يزداد التركيز في أنسجة اللحاء عما في أنسجة الخشب. وعمومًا .. يزداد تركيز الصبغات الكاروتينية - وتزداد معها دكنة اللون البرتقالي - بتقدم الجذور في العمر، وتقل معها الفروق في المحتوى الكاروتيني لمختلف أنسجة الجذر.

وقد تبين من دراسات التطعيم .. أن الصبغات تصنع في الجذور، حيث توقف اللون على التركيب الوراثي للأصل (عن Whitaker وآخرين ١٩٧٠).

العوامل المؤثرة فى شدة دكنة اللون البرتقالى لجذور الجزر

يتوقف مدى دكنة اللون البرتقالى فى جذور الجزر على العوامل التالية:

الصنف

تختلف الأصناف اختلافًا كبيرًا فى لونها (يراجع لذلك موضوع الأصناف). كما تختلف نسبة البيتا كاروتين إلى الألفا كاروتين فيما بينها؛ فهى - على سبيل المثال - ٢:٣ فى الصنفين إمبيراتور، وتندرسويت Tendersweet، و ٢:١ فى الصنف شانتناى.

وقد أدى استمرار التربية والتحسين فى الجزر إلى إحداث زيادة مطردة فى محتوى الجذور من الكاروتينات الكلية. ففى الولايات المتحدة .. كان متوسط المحتوى الكاروتينى يتراوح بين ٥٠، و ٧٠ جزءًا فى المليون قبل ١٩٧٠، وازداد إلى ٧٠-١٢٠ جزءًا فى المليون فى أواخر سبعينيات القرن العشرين، وإلى حوالى ١٥٠ جزءًا فى المليون فى عديد من الأصناف فى نهاية القرن. وتتوفر حاليًّا عديد من سلالات التربية التى يتراوح محتوى جذورها الكاروتنيى بين ٤٠٠، و ٦٠٠ جزءًا فى المليون.

ويظهر مدى التباين فى المحتوى الكاروتينى لأصناف الجزر من استعراض القائمة التالية (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩):

الصنف أو السلالة	المحتوى الكاروتينى (جزء فى المليون)
Chantenay	٤١
Nantes	٥٩
Hi Colour 9	٦٥
Danvers 126	٧١
Imperator 58	٧٨
A Plus	١٦٨
Beta III	٢٧٠
High carotene mass selection	٤٧٥

درجة الحرارة السائدة أثناء تكوين الجذور

وجد Bradley & Dyck (١٩٦٨) أن كمية الكاروتينات الكلية نقصت عندما كان متوسط درجة الحرارة اليومى أقل من ١٦°م، إلا أن لون الجذور تحسن؛ نتيجة لزيادة

البيتا كاروتين تحت هذه الظروف. كما وجد Bradley وآخرون (١٩٦٧) تحسنًا فى لـون الجذور، وزيادة كبيرة فى نسبة البيتا كاروتين إلى الألفا كاروتين، عندما تراوحت درجة الحرارة بين ١٤ و ١٨°م خلال الأسابيع الأخيرة السابقة للحصاد. وعمومًا .. فإن المجال الحرارى المناسب للتلوين الجيد يتراوح بين ١٦ و ٢١°م، بينما يقل التلويـن فـى حـرارة تزيد عن ٣٠°م .. وبينما يؤدى انخفاض درجة الحرارة ليلاً إلى ٧°م إلى بـهتان اللـون .. فإن ارتفاعها – نهارًا إلى ١٨°م – يعمل على معادلة التأثير الضار لانخفاض الحرارة ليـلاً .. وتبعًا لـ Benjamin وآخرين (١٩٩٧) .. فإن حرارة التربة العالية تؤدى إلى انخفـاض نسبة البيتا كاروتين إلى الألفا كاروتين.

الرطوبة الأرضية وقوام التربة

تؤدى زيادة الرطوبة الأرضية إلى نقص محتوى الجـذور مـن البيتـا كـاروتين. ويـزداد المحتوى قليلاً فى الجزر المنتج فى الأراضى الرملية.

موعد الحصاد

يكون لون الجذور أبيض مائلاً إلى الأصفر فى الجذور الصغيرة جدًّا؛ نظرًا لبطء تمثيل الكاروتين حتى حوالى منتصف موسم النمو، ثم يتغير اللون تدريجيًّا إلى الأصفـر الفـاتح، فالأصفر القـاتم، فالبرتقـالى، أو البرتقـالى المـائل إلى الأحمـر، وتصـل الجـذور إلى أقصـى درجات التلوين بعد حوالى مئة يوم من الإنبات، ويبقى لونها ثابتًا بعد ذلك. ونظـرًا لأن محصول الجزر المخصـص للاسـتهلاك الطـازج يحصـد مبكـرًا عـن المحصـول المخصـص للتصنيع؛ لذا .. يكون لون الأول فاتحًا عن لون الثانى.

المعاملة بالإثيفون

ازداد محتوى الجذور من الكاروتين وازداد لونها دكنة لدى رش النباتات بـالإثيفون، وتناسبت تلك الزيادات طرديًّا بزيادة عدد مرات الرش حتى أربع مرات (كل ١٤ يومًا)، وبمعدل معاملة الإثيفون (حتى ٤٠٠ جم للهكتار، أو حـوالى ١٦٨ جـم للفـدان)، حيـث أدت المعاملة ٤ مرات بمعدل ٤٠٠ جم إثيفون فى كل مرة إلى زيـادة نسـبة الجـذور ذات اللون البرتقالى الداكن إلى ٨٣٪، وكانت الجذور المتبقية (١٧٪) ذات لون برتقالى، وكـان

متوسط محتوى الكاروتين بالجذور ١٥٣٩ جزءًا فى المليون، بينما كان توزيع جذور نباتات الكنترول (التى لم ترش بالإثيفون) حسب اللون، كما يلى: ٢٨٪ برتقالية داكنة، و ٢٨٪ برتقالية، و ٤٣٪ برتقالية فاتحة، وكان متوسط محتوى جذورها من الكاروتين ١٠٤١ جزءًا فى المليون. هذا .. ولم تؤثر المعاملة بالإثيفون على المحصول الكلى أو المحصول الصالح للتسويق (McGiffen & Ogbuchiekwe ١٩٩٩).

خصائص الطعم والنكهة

استعمل فى وصف الخصائص التى يمكن الإحساس بها فى الجزر المصطلحات التالية (عن Gills وآخرين ١٩٩٩):

١ – اللون Color:

Whiteness	Color hue	Color strength

٢ – الطعم Taste:

Sweet	Sickly sweet	Bitter
Salty	Acid	

٣ – المذاق Flavor:

Cardboady	Woody	Hay-like
Earthy	Piney	Green grass
Turpentine	Harsh flavor	Carroty
Overall carrot flavor	Fruity	Prfumey
Musty	Cloves	MSG
Waxy	Sharp	Aftertaste

٤ – القوام Texture:

Juiciness	Crisp	Resistance to chewing
Hard	Firmness	

وقد أدى تأخير الحصاد إلى زيادة الإحساس بكل من خصائص: العصيرية Juiciness، والحلاوة sweetness، والطعم العام overall flavor، مع نقص الإحساس بالمرارة bitterness (Suojala & Tupasela ١٩٩٩).

الطعم والمذاق

تعتبر الحلاوة من الصفات المرغوب فيها فى الجزر، وهى ترجع أساسًا إلى محتوى الجذور من السكريات: الجلوكوز، والفراكتوز. والسكروز. تتراكم السكريات المختزلة مبكرًا خلال المراحل الأولى لتكوين الجذر، ولكن يزداد تركيز السكروز فى المراحل التالية إلى أن يصبح هو السكر السائد عند الحصاد. ويتراوح تركيز السكريات فى جذور الجزر بين ٤، و ١٠٪ على أساس الوزن الطازج، وذلك باختلاف الصنف ومرحلة النمو (Rubatzky وآخرون ١٩٩٩).

هذا .. إلاّ أنه لم تظهر علاقة محددة بين المذاق الحلو لجذور الجزر وبين نسبة محتواها من السكر أو المواد الصلبة الذائبة الكلية (Gills وآخرون ١٩٩٩).

ويتحدد طعم ومذاق الجزر بواسطة مجموعة من المركبات؛ فمثلاً .. يتحدد مذاق الجزر الطازج بكل من الـــ mono-terpenes، والـــ sesqui-terpenes. ويعتبر الـــ terpinolene أهم الـ mono-terpenes وأكثرها توجدًا، بينما يعد الـ caryophyllene أهم الـــ sesqui-terpenes وأكثرها توجدًا. وعندما يكون تركيز تلك المركبات شديد الانخفاض (أقل من ٥ أجزاء فى المليون) فإن المذاق المميز للجزر الطازج قد لا يظهر، وتظهر بدلاً منه الرائحة المميزة لمركبات أخرى، كالبيرازينات pyrazines، مثل 3-sec-butyl-2-methoxypyrazine.

ومن المركبات الأخرى التى تسهم فى إضفاء المذاق المميز للجزر الأحماض الأمينية، وخاصة حامض الجلوتامك.

وتجدر الإشارة إلى أن الـــ mono-terpenes، والـــ sesqui-terpenes هى – كذلك – التى تكسب جذور الجزر طعمًا غير مستساغ عند انخفاض نسبة السكر بالجذور، ولكن وجودها بتركيز متوازن مع السكريات يعد ضروريًا لإعطاء الجزر طعمه المميز. وحتى فى وجود تركيز عالٍ من السكريات، فإن زيادة تركيز تلك المركبات عن ٣٠–٥٠ جزءًا فى المليون يجعل الجزر غير مستساغ (Rubatzky وآخرون ١٩٩٩).

وتسهم – كذلك – المركبات الفينولية التى تتوفر فى الجزر فى إكسابه جانبًا من

طعمه المميز، وبعض هذه المركبات يتأكسد بفعل إنزيمات – مثل البولى فينول أوكسيديز polyphenoloxidase – لتعطى مركبات مرة الطعم، مثل الكيومارينات coumarins، أو أنها تتسبب فى إكساب أنسجة الجذر – التى سبق تعرضها لأضرار ميكانيكية – لونًا بنيًّا.

ويعتبر حامض الكلوروجنك chlorogenic acid من أهم المركبات الفينولية التى توجد فى جذور الجزر، وهو يتراكم فيها عند تعرض النباتات لأى من ظروف الشدِّ مثل البرودة الشديدة، أو الأضرار الميكانيكية، أو الإثيلين.

النكهة

تعود النكهة المميزة للجزر إلى محتواه من المركبات المتطايرة volatile substances.

من بين المركبات العطرية (القابلة للتطاير) التى أمكن فصلها من جذور الجزر، ما يلى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

Camphene	Alpha-pinene
Myrcene	Beta-pinene
Para-cymene	Alpha-terpinene
Gama-terpinene	Limonene
Caryophyllene	Terpinolene
Heptenol	Beta-bisabolene
Nonanol	Octanol
Terpinene-4-ol	2-nonenal
Bornyl acetate	Alpha-terpineol
Dodecanal	2,4-decadienol
Falcarinol	Myristicin

وقد اقترح أن المركب 2-nonenal أكثر المركبات التى أمكن فصلها إسهامًا فى إكساب الجزر نكهته المميزة.

وفى دراسة أخرى أمكن فصل ٢٣ مركبًا متطايرًا كان الجديد منها، ما يلى:

Acetaldehyde	Diethyl ether
Propanol	Acetone

Methanol	Ethanol
Beta-phellandrene	

ومن المركبات التى عزلت فى دراسات أخرى – كذلك – ما يلى:

Geranyl-2-methyl butyrate	Geranyl isobutyrate
Beta-ionone	Geranyl acetone
Para-cymen-8-ol	Elemicin
Eugenol	Para-vinylguaiacol
4-methyl isopropenyl benzene	

المرارة

يؤدى تعرض الجزر للإثيلين أثناء وجوده فى المخازن مع منتجات أخرى منتجة للإثيلين إلى تكوينه لمركبات خاصة تكسبه طعمًا مرًّا، ومن أهم تلك المركبات الأيزوكيومارين: 3-methyl-6-methoxy-8-hydroxy-3,4-dihydroisocoumarin. هذا مع العلم بأن الجزر ذاته لا ينتج الإثيلين بقدر محسوس يمكن أن يؤدى إلى تمثيل الأيزوكيومارين، ولابد من وجود مصدر خارجى للإثيلين ليظهر الطعم المر (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

محتوى النترات

تؤدى زيادة معدلات التسميد الآزوتى (حتى ٣٢٠ كجم N للهكتار، أو نحو ١٣٥ كجم N للفدان) إلى زيادة محتوى الجذور من النترات إلى مستوى أعلى من المستوى الذى يسمح به فى أغذية الأطفال، وهو ٤٠٠ جزء فى المليون (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

العيوب الفسيولوجية

من أهم العيوب الفسيولوجية التى تصاب بها جذور الجزر، ما يلى:

التفلق

يحدث تفلق الجذور فجأة – عادة – عند الحصاد وأثناء التداول – على صورة شقوق طولية فى برانشيمية الخشب قد تمتد لمسافة سنتيمترات قليلة أو بامتداد طول الجذر، وتكون بداية ظهورها عند نهاية الجذر عادة، وتزداد عمقًا واتساعًا بمرور الوقت، وقد

تتعمق حتى حلقة الكامبيوم. وعادة .. لا تشكل هذه الحالة مشكلة كبيرة فى الإنتاج التجارى للجزر، كما أنها لا تظهر غالبًا إلاّ عند الحصاد. هذا .. إلا أن نسبة الجذور المنفلقة طوليًّا قد تصل إلى ٢٠٪ من المحصول. وفى إحدى الدراسات (Hole وآخرون ١٩٨٧) تراوحت نسبة الجذور المتفلقة بين ٣,٨٪، و ٧٢,٥٪ حسب الصنف والظروف البيئية التى تعرضت لها الجذور.

ويميز البعض بين حالتى التفلق root splitting، والتشقق shatter cracking. وتبعًا لذلك التصنيف فإن التفلق يحدث أثناء النمو النباتى ويشمل نسيجا البيريدرم واللحاء، وقد تصاب أنسجة الجذر فى موضع التفلق بالفطريات الثانوية. وتزداد شدة الإصابة بتلك الحالة فى الأصناف ذات الجذور الكبيرة الحجم وعند انخفاض كثافة الزراعة، كما يمكن أن يزداد حدوثها عند عدم انتظام النمو النباتى وعدم انتظام الرى. أما التشقق shatter cracking فهو التفلق الذى يظهر فى الجذور عند الحصاد وأثناء التداول، والذى يزداد معدل حدوثه فى الجذور المتلئة (بالرطوبة) turgid، وخاصة عندما تكون التربة باردة وقت الحصاد. ولذا .. يفيد فى الحد من حالات التفلق تلك تجنب إجراء الحصاد فى الصباح الباكر (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

يحدث الانفصال بين الخلايا فى الجذور المتفلقة نيتجة لحدوث تمزقات بالجدر الخلوية. ولم يمكن التوصل إلى أى علاقة تربط بين قوة أنسجة الجذر وظاهرة التفلق، أو بين المحتوى المائى لجذور مختلف الأصناف والتفلق، إلاّ أنه داخل الصنف الواحد تناسبت شدة التفلق عكسيًّا مع المحتوى الرطوبى للجذور (McGarry ١٩٩٣).

وفى عديد من أصناف الجزر تتناسب القوة التى تلزم لشق أنسجة الجذر عكسيًا مع ضغط امتلاء الخلايا turgor pressure؛ فعندما يكون ضغط الامتلاء عاليًا يضغط البروتوبلاست على الجدار الخلوى المحيط به؛ الأمر الذى يقلل من القوة أو الطاقة التى تلزم لشق الجذر (عن Benjamin وآخرين ١٩٩٧).

وقد أوضحت دراسة أخرى أن اختلاف أصناف الجزر فى الحساسية لتفلق جذورها عند الحصاد لم تكن له علاقة بمحتواها الرطوبى، وإنما ارتبطت المقاومة ارتباطًا مباشرًا بمدى مقاومة برانشيمية اللحاء القريبة من البيريدرم للشد (Sorensen ١٩٩٧).

ويتعين دائمًا فرز الجذور المتفلقة بعد الحصاد، ولكن نظرًا لأن التفلق يستمر ظهوره غالبًا أثناء تداول الجذور؛ لذا .. نجد أن المنتج النهائى يحتوى – عادة – على بعض الجذور المتفلقة (عن Sorensen & Harker ٢٠٠٠).

ومن أهم العوامل التى تؤدى إلى زيادة نسبة الجذور المتفلقة: الزراعة على مسافات واسعة، وزيادة فترة النمو، وزراعة الأصناف الأكثر حساسية، والرى الغزير خلال مرحلة الزيادة الكبيرة فى قطر الجذور، وزيادة مستوى التسميد الآزوتى، والزيادة الكبيرة فى حجم الجذور (Bienz ١٩٦٨، و Gutezeit ٢٠٠١).

التفرع

يعتبر وجود أسمدة حيوانية غير متحللة فى التربة السبب الرئيسى لظاهرة تفرع جذور الجزر؛ ويرجع ذلك إلى المحتوى المرتفع لهذه الأسمدة من حامض اليوريك، الذى يضر بالقمة النامية للجذر. ويساعد وجود بقايا نباتية غير متحللة – أو أى ضرر يحدث للقمة النامية – على زيادة هذه الظاهرة. ولا توجد علاقة بين ظاهرة التفرع ومعدل التسميد الآزوتى أو الإصابة بالنيماتودا، أو ببعض الفطريات، مثل البثيم أو الرايزكتونيا.

وكثيرًا ما أرجعت ظاهرة تفرع جذور الجزر إلى إصابة قمة الجذور – وهى ما زالت بطول ملليمترات قليلة – بفطر البثيم *Pythium* spp.، مما يؤدى إلى فقد السيادة القمية؛ الأمر الذى يترتب عليه إما فشل الجذر فى الاستطالة، ومن ثم تكون جذور قصيرة وغليظة – وهى الظاهرة التى تعرف باسم stubbing – وإما حدوث انقسامات جديدة غير عادية تؤدى إلى تكوّن العديد من القمم الجذرية النامية الجديدة، ومن ثم حدوث ظاهرة التفريع forking.

وقد تبين أن إصابة جذور الجزر بمرض الـ dieback (موت الجذور من قمتها نحو الخلف) – الذى يسببه الفطران *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia solani* – تؤدى إلى زيادة نسبة الجذور المشوهة والمتفرعة (Davis & Nunez ١٩٩٩).

اخضرار الأكتاف

يتغير لون أكتاف الجزر إلى الأخضر إذا تعرضت للضوء؛ نتيجة لتحول البلاستيدات

الملونة التى توجد بها إلى بلاستيدات خضراء، ولا يحدث ذلك إلاّ إذا كان من طبيعة نمو الصنف أن يدفع أكتافه للظهور فوق سطح التربة، وهى صفة وراثية. يظهر اللون الأخضر، خاصة فى نسيجى البشرة، والكامبيوم، وبدرجة أقل فى بقية أنسجة الجذر. ولا يتكون الكلورفيل فى جذور بعض الأصناف عند تعرضها للضوء، أو يتكون بدرجة ضعيفة للغاية كما فى الصنف نانتس. ونجد فى هذا الصنف أن التغير فى اللون يكون إلى الأحمر، أو القرمزى عند تعرض الأكتاف للضوء (عن McCollum ١٩٧١).

التجويفات الأفقية

تصبح الجذور خشنة الملمس، وتظهر تجويفات عميقة عند ارتفاع درجة الحرارة، مع عدم انتظام الرطوبة الأرضية.

النموات الفلينية البيضاء

تظهر نموات فلينية بيضاء اللون على سطح جذور الجزر، تخرَج عندها جذور جانبية كثيرة إذا تعرضت النباتات لزيادة كبيرة فى الرطوبة الأرضية بعد فترة من الجفاف.

البقع اللامعة البيضاء

تظهر أحيانًا بقع بيضاء لامعة تحت طبقة البشرة فى جذور الجزر يكون موقعها فى اللحاء الثانوى، وترجع هذه الحالة إلى زيادة معدل نمو الخشب الثانوى عن معدل نمو اللحاء الثانوى (Kano ١٩٩٨).

الفصل الرابع

حصاد وتداول وتخزين وتصدير الجزر

النضج

ليس للجزر مرحلة معينة لاكتمال النمو لأجل الحصاد؛ ولذا .. فإن من الأنسب الحديث عن مرحلة الحصاد harvest stage بدلاً من مرحلة اكتمال التكوين maturity أو النضج ripening. وتبعًا لذلك فإن تحديد الموعد المناسب للحصاد يختلف باختلاف الأصناف، والاستعمال المتوقع للمحصول، وظروف الأسواق، وغيرها من العوامل. وغالبًا ما يحصد الجزر قبل وصول جذوره إلى أقصى حجم ممكن لها؛ وبالتالى قبل الوصول إلى أعلى محصول ممكن.

وعمومًا .. فإن المحصول الذى يزرع لأجل التسويق الطازج يحصد مبكرًا عن المحصول المخصص للتصنيع؛ لأن تأخير الحصاد يؤدى إلى زيادة المحصول، مع تحسن فى لون الجذور، وزيادة محتواها من الكاروتين، ويكون ذلك مصحوبًا بتغيرات فى شكل الجذور وحجمها، إلا أن ذلك يعد قليل الأهمية بالنسبة لمحصول التصنيع. ويمكن القول .. إنه يلزم لحصاد الجزر انقضاء نحو ٣-٤ أشهر من الزراعة فى الجو المعتدل البرودة، وتزيد المدة عن ذلك فى الجو البارد.

تحصد معظم الأصناف لغرض الاستهلاك الطازج عندما يبلغ قطر جذورها عند الأكتاف حوالى ٢-٣ سم. ويعمد منتجو الجزر الشانتناى فى مصر إلى تأخير الحصاد إلى أن يصل قطر الجذور عند الأكتاف إلى ٣-٦ سم، وذلك رغم أن المستهلك يفضل الأحجام التى يبلغ قطرها عند الأكتاف حوالى ٢-٣ سم؛ لأن تأخير الحصاد تتبعه زيادة كبيرة فى أحجام الجذور؛ والمحصول المنتج، ويكون ذلك مصاحبًا بزيادة كبيرة فى حجم القلب الداخلى المتخشب، ونسبة الجذور المتفلقة، ونسبة السكريات المختزلة فى الجذور. إلاّ أن نسبة السكريات الكلية تبقى ثابتة، بينما يتحسن اللون، وتزداد نسبة الكاروتين فى الجذور.

ومن المعروف أن أصناف طراز Amsterdam Forcing شديدة التبكير ويمكن حصادها بعد نحو ٧٠ يومًا من الزراعة أو قبل ذلك أحيانًا، بينما قد تتطلب أصناف أخرى ١٥٠ يومًا أو أكثر من ذلك لحصادها. وغالبًا ما تكون جذور الأصناف التى تبقى لفترة طويلة قبل حصادها أكبر حجمًا ووزنًا، كما أنها غالبًا ما تزرع لأجل التصنيع أو للتخزين لفترات طويلة حيث تتميز بصلاحية أكبر للتخزين.

وعمومًا .. فإن أصناف الجزر ذات موسم النمو الطويل التى يتأخر حصادها يزيد فيها حجم الجذور، ويكون ذلك أحيانًا على حساب نوعيتها، وخاصة إذا ما أدت زيادة الحجم إلى زيادة محتوى الجذور من الألياف. كذلك يؤدى تأخير الحصاد إلى زيادة فرصة تدهور المذاق والقوام، والإصابة بالأمراض، والإزهار.

وكذلك يتعين اختيار الوقت المناسب لحصاد الجزر المخصص لـ "تصنيع" الـ baby carrots. ففى دراسة أجريت على الصنف Caropak كان طول الجذور أفضل ما يمكن (لأجل إعداد الـ baby carrot بعمليتى التقطيع والتقشير cut-and-peal baby carrot) عندما زاد قطر ٢٥–٣٥٪ من الجذور عن ٢ سم، حيث حُصِلَ حينئذ على أعلى محصول كلى من الجذور (٤٨,١ طن للهكتار أو حوالى ٢٠,٢ طن للفدان)، وعلى أعلى محصول من الجزر المقطع (٣٧,٧ طن للهكتار أو حوالى ١٥,٨ طن للفدان) والمشَكَّل على صورة baby carrot (٣٢,٣ طن للهكتار أو حوالى ١٣,٦ طن للفدان). وقد أعطت كثافة زراعة مقدارها ٣٢١ نباتًا/م٢ أعلى محصول كلى ومقطع (Lazcano وآخرون ١٩٩٨).

الحصاد

يحصد الجزر يدويًا أو آليًا، ويتم الحصاد اليدوى بغرز أوتاد من الصلب أسفل الجذور، ثم رفعها لأعلى، وبذا تقتلع النباتات من التربة. ويمكن عند اتباع هذه الطريقة حصاد النباتات الكبيرة، وترك النباتات الصغيرة فى مكانها، حتى تصل إلى الحجم المناسب للتسويق. وقد يجرى الحصاد بالمحاريث، ويراعى فى هذه الحالة جعل سلاح المحراث عميقًا؛ حتى لا تقطع الجذور (مرسى والمربع ١٩٦٠).

وتعد أبسط طريقة لحصاد الجزر هى بإمرار أسلحة المحاريث أسفل مستوى جذور النباتات بهدف قطع الجذور الوتدية وتفكيك التربة من حول النباتات التى تجذب

بسهولة يدويًا بعد ذلك، ثم تُزال نمواتها الخضرية يدويًا أو تربط من نمواتها الخضرية في حزم بعد تدريجها حسب حجم الجذور، ثم توضع في عبوات الحقل.

ويطلق على الجذور التى تحصد بنمواتها الخضرية (العروش) اسم bunch carrots، والجذور التى تفصل منها العروش اسم bulk carrots. ويؤدى قطع العروش إلى تقليل الفقد فى الوزن كثيرًا أثناء التداول والتخزين.

هذا .. ولم يعد تسويق الجزر بالنموات الخضرية - الذى يجرى بهدف إعطاء المستهلك انطباعًا قويًا بمدى طزاجة المنتج - لم يعد شائعًا كثيرًا نظرًا لكلفته العالية وصعوبة المحافظة على الجذور والنموات الخضرية من فقدان الرطوبة إلى الدرجة التى تؤدى إلى ذبولها، فضلاً عن إحجام المستهلك عن الإقبال على هذه النوع من المنتج الذى يتطلب منه بذل جهدًا أكبر قبل إعداده للاستهلاك. وما لم تكن أسعار الجزر ذات العروش (النموات الخضرية) عالية، فإن تسويقه بهذه الصورة لا يكون مجزيًا.

وتتوفر آلات تماثل إلى حد كبير آلات حصاد البطاطس تقوم بقطع الجذور الوتدية ونقل النباتات بجذورها المتشحمة - بعد تخليصها من كتل التربة - إلى العربات التى تسير إلى جانب آلة الحصاد. وقد يسبق ذلك عملية حشّ للنموات الخضرية. كما قد يتم أحيانًا - عندما يُرغب فى تصنيع المحصول - قطع أكتاف الجذور مع النموات الخضرية فى عملية واحدة، لأجل التخلص من الأكتاف الخضراء وغير المنتظمة النمو أو الخشنة الملمس.

كذلك تتوفر آلات تقوم بتقطيع الجذور الوتدية ثم جذب النباتات من نمواتها الخضرية، لتقوم بتقطيع تلك النموات بعد ذلك وفصلها عن الجذور. يمكن للآلة الواحدة من الطرز الحديثة حصاد عدة خطوط فى آن واحد مقارنة بالطرز الأولى التى كانت تقوم بحصاد خط واحد أثناء سيرها. ويشترط لنجاح عملية الحصاد بهذه الطريقة أن تكون النموات الخضرية جيدة التكوين وقوية وغير مصابة بالأمراض ليمكن تقليع الجذور من التربة عند جذب الآلة لها (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

المحصول

بينما قد يعد ٢٥-٣٠ طنًا للهكتار (١٠,٥-١٢,٥ طنًا للفدان) محصولاً جيدًا للأصناف

الصغيرة الجذور ذات موسم النمو القصير، فإن المحصول الجيد من الأصناف التى تزرع لأجل "تصنيع" الـ baby carrots لا يجب أن يقل عن ١٠٠ طن للهكتار، أو حوالى ٤٢ طن للفدان، بينما يتراوح محصول معظم أصناف الاستهلاك الطازج بين ٣٠، و ٦٠ طنًّا للهكتار (١٢,٥–٢٥ طن للفدان) (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

التداول

من أهم عمليات التداول التى تجرى للجزر بعد الحصاد ما يلى:

١ – الفرز: تجرى هذه العملية فى الحقل؛ بغرض التخلص من الجذور المتفلقة، والمتفرعة، والمقطوعة، والمصابة بالآفات .. إلخ.

٢ – الربط فى حزم: يتم ذلك فى الحقل عند الرغبة فى تسويق الجذور بعروشها.

٣ – قطع النموات الخضرية: يتم ذلك فى الحقل أيضًا عند الرغبة فى تسويق الجذور دون عروش. ويجب فى هذه الحالة .. عدم ترك أى جزء من النموات الخضرية؛ وذلك لأن الأجزاء المتروكة تذبل وتتعفن.

٤ – الغسل بالماء، والتدريج حسب الحجم والتعبئة: تجرى هذه العمليات فى محطات التعبئة، ويمكن مراجعة Whitaker وآخرين (١٩٧٠) بشأن تفاصيلها. كما يمكن الإطلاع على تفاصيل رتب الجزر ومواصفاتها فى الولايات المتحدة فى Murray (١٩٧٦)، والرتب القياسية الدولية فى OECD (١٩٧١). وتعتبر أكياس البوليثيلين المثقبة هى أهم عبوات المستهلك. وتعد عملية التثقيب ضرورية؛ لكى لا يتكون بالجذور طعم غير مقبول.

٥ – التبريد الأولى: تتم هذه العملية قبل التعبئة، وتجرى بطريقة الغمر فى الماء البارد Hydrocooling.

عمليات التداول الأولية

ينقل الجزر من الحقل إلى محطة التعبئة فى سيارات نقل كبيرة، حيث يتم تفريغ حمولتها فى الماء لتخفيف الضغوط على الجذور وتخليصها من التربة العالقة بها. ويلى ذلك غسيل حزم الجزر ذات العروش بالماء النظيف، ثم توضع مباشرة فى كراتين مشمعة

ومقاومة للماء، وغالبًا ما يضاف إليها الثلج المجروش لتبريدها وتقليل فقدها للماء. وتتم المحافظة على المنتج بعد ذلك - خلال التخزين والشحن - على حرارة الصفر المئوى ورطوبة ١٠٠٪ لمدة أقصاها أسبوعين يبدأ بعدها العرش (النموات الخضرية) فى التدهور.

أما الجزر الذى أزيلت نمواته الخضرية فإنه يتحرك من الماء الذى ألقيت فيه الحمولة التى نقلت من الحقل إلى سير متحرك حيث يمر بعديد من العمليات التى تتضمن: مزيد من الغسيل (بالرش القوى بالماء)، والتدريج حسب الحجم، والتبريد بالماء البارد. ويتم التدريج حسب الحجم قبل التبريد المبدئى لتجنب تبريد المنتج الذى لا يصلح للتسويق.

التبريد المبدئى

يستعمل فى التبريد المبدئى ماء مثلج على درجة ١ْم، وهو يعمل على التخلص السريع من حرارة الحقل، إلا أن السرعة التى تتم بها عملية التبريد تتوقف على درجة حرارة المنتج الابتدائية وحجم الجذور. ويشترط لنجاح العملية توفر كميات متجددة من المياه المثلجة التى تكفى لتبريد المنتج الذى يصل إلى محطة التعبئة أولاً بالأول. وعلى الرغم من صغر مساحة السطح الخارجى للجذور بالنسبة لوزنها فإن التبريد الأولى بالماء البارد يعد أنسب وسيلة لتبريد الجزر وأكفاء من طرق التبريد المبدئى الأخرى، كما أنها تفيد فى إكساب الجذور الذابلة قليلاً من الماء؛ مما يجعلها تبدو أكثر نضارة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويستدل من دراسات Toivonen وآخرين (١٩٩٣) أن حفظ الجزر على ١ْم لمدة أربعة أيام بعد حصاده كان كافيًا لتقليل الفقد فى الوزن لدى عرضه للبيع بعد ذلك على ١٣ْم وأكثر من ٩٥٪ رطوبة نسبية. وقد أطلقوا على عملية الحفظ البارد الأولى تلك اسم "التهيئة" preconditioning، وهى العملية التى تبين من الدراسات التشريحية أنها حفزت ترسيب السيوبرين على سطح البيريدرم، ولجننة الخلايا التى توجد تحت سطح الجذر. ويبدو أن هاتين العمليتين ساعدتا فى تقليل الفقد فى الوزن أثناء عملية العرض للبيع بالأسواق. ويعنى ذلك أن الجزر - حتى المحصول الذى يسوق طازجًا دونما تخزين - يمكن أن يستفيد من عملية التهيئة الأولية على ١ْم لمدة ٤ أيام قبل تسويقه،

وذلك بتقليل التدهور – الذى يحدث أثناء التسويق – على صورة فقد فى الوزن، وتلون بنى للأنسجة، واسوداد بالأطراف، وذبول، وفقد فى بريق الجذر.

التعبئة

تنقل جذور الجزر بعد تبريدها أوليًّا إلى مكان التعبئة، حيث تفحص ثانية حسب احتياجات الأسواق، ثم تعبأ إما سائبة، وإما فى عبوات المستهلك، وغالبًا ما يتوقف الاختيار بين الطريقتين على حجم الجذور؛ فالجذور الكبيرة تكون أقل صلاحية للتعبئة فى عبوات المستهلك، وعادة ما توضع فى شباك أو أكياس بلاستيكية تتسع لنحو ١٠-١٢ كجم.

وعند التعبئة فى عبوات المستهلك فإن ذلك يتم فى أكياس من البوليثيلين المثقب أو غير المثقب يوضع فيها الوزن المحدد للعبوة من الأحجام المحددة المرغوب فيها، ويتم ذلك يدويًّا مع الاستعانة بميزان وغالبًا ما تحتوى العبوة التى تزن ٥٠٠ جم على حوالى ٦-١٠ جذور. توضع كل مجموعة من هذه الأكياس فى كرتونة واحدة لتسهيل تداولها، ويحافظ عليها أثناء التخزين والشحن على درجة الصفر المئوى ورطوبة نسبية ٩٥-٩٨٪.

وتتوفر آلات تقوم بعملية وضع الجزر فى الأكياس بالوزن المطلوب ولحامها دونما تدخل من الإنسان (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد أعطى تخزين الجزر المعبأ فى الأكياس المصنوعة من أغشية البوليثيلين غير المثقب بسمك ٣٠ ميكرونًا – على حرارة ٢°م – أفضل النتائج مقارنة بالتعبئة فى بوليثيلين بسمك ٦٠ ميكرونًا أو بدرجات مختلفة من التثقيب (Lim وآخرون ١٩٩٨).

معاملات خاصة لتقليل الإصابة بالأعفان

أفاد غمر الجذور قبل تخزينها فى محلول Sodium-o-phenylphenate (اختصارًا: SOPP)، بتركيز ١,٠٪ فى تقليل العفن أثناء التخزين. ويجب فى هذه الحالة عدم غسل الجذور بالماء بعد غمرها فى المحلول المطهر وقبل التخزين.

وأدى تعريض جذور الجزر قبل تعبئتها للبخار لمدة ثلاث ثوان فقط، ثم تخزينها

على ٠,٥ °م لمدة شهرين قبل عرضها على ٢٠ °م لمدة أسبوعين .. أدى ذلك إلى إصابة ٢٪ فقط من الجذور بالأعفان مقابل ٢٣٪ إصابة بالأعفان فى الجذور التى خزنت تحت نفس الظروف ولكنها لم تكن قد عوملت بالبخار. وعندما لقحت جذور الجزر بالفطريات *Alternaria alternata*، و *A. radicina*، و *Sclerotinia sclerotiorum*، فإن نسبة الإصابة بعد فترة مماثلة من التخزين تحت الظروف السابقة كانت ٥٪ فى الجذور التى سبقت معاملتها بالبخار، و ٦٥٪ فى الجذور التى لم تسبق معاملتها (Afek وآخرون ١٩٩٩).

تداول الجزر المخصص للتصنيع

يتم نقل الجزر المخصص للتصنيع processing فى عبوات كبيرة تتسع لطن أو أكثر من طن من الجذور. وبعد إلقاء المنتج فى الماء وغسله فإنه يدرج حسب الحجم ويجهز حسب طبيعة العمليات التصنيعية المتوقعة، والتى تتضمن: التعليب، والتجميد، والتجفيف، والتخليل، والعصير، والتى قد يجهز فيها الجزر على صورة شرائح، أو مكعبات صغيرة، أو مهروس الجزر، أو جذور كاملة، أو أجزاء من الجذور. كما قد يتم تجهيز الـ baby carrots من الجذور الكبيرة بعد تقطيعها إلى أجزاء بطول حوالى ٥ سم، وتوحيد أقطارها بدقة، ثم تشكيلها على شكل جزرة صغيرة ذات سطح خارجى أملس وناعم، وتعبئتها فى أكياس من البوليثيلين بوزن محدد (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

التخزين

التخزين المبرد العادى

يمكن تخزين جذور الجزر (بدون العروش) على حرارة صفر-١ °م مع ٩٨-١٠٠٪ رطوبة نسبية لمدة ٧-٩ شهور، ولكن قد تظهر الأعفان بعد الشهر السابع فى نحو ١٠-٢٠٪ من الجذور؛ ولذا .. فإن التخطيط للتخزين لمدة ٥-٦ شهور فقط يعد أكثر واقعية. ولتحقيق ذلك الهدف يتعين سرعة تبريد الجزر مبدئيًا إلى ٤ °م بعد الحصاد مباشرة.

تحتفظ جذور الجزر بنضارتها تحت هذه الظروف، ولا تتعرض للانكماش،

أو التزريع. وتقل فترة التخزين إلى ٢٠-٢٥ يومًا فى حرارة ٤-١٠°م، وإلى ١٠-١٥ يومًا فقط فى حرارة ١٨-٢١°م. وتعتبر الرطوبة النسبية العالية ضرورية لتقليل الفقد فى الوزن، وخاصة فى الجزر المخزن بأوراقه. ويجب توفير تهوية جيدة، كما يجب عدم تعريض المحصول المخزون لدرجة التجمد (وهى بالنسبة للجزر -١,٤°م)؛ لأن الجذور المتجمدة تتلف بسرعة. وتلزم العناية باستبعاد الجذور المجروحة، والمصابة بالآفات قبل التخزين؛ لضعف قدرتها على التخزين (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨، و Whitaker وآخرون ١٩٧٠).

وبينما تصل فترة صلاحية الجزء المخزن بدون أوراقه إلى خمسة شهور على الأقل على حرارة الصفر المئوى ورطوبة نسبية ٩٥٪، فإن فترة تخزين الجزء المخزن بأوراقه تحت الظروف ذاتها لا تزيد عن أربعة أسابيع.

وعند تخزين الجزر لفترات طويلة فإن ذلك يتم غالبًا فى أكوام قليلة الارتفاع على أرضية المخزن، أو فى عبوات كبيرة بحجم متر مكعب. ويتعين أن تكون حركة الهواء داخل المخزن وبين الجذور بسرعة ٧-١٠ سم/ثانية، مع التهوية البسيطة للتخلص من ثانى أكسيد الكربون الناتج من التنفس.

يظهر الذبول على الجذور عندما يزيد فقدها للرطوبة عن ٥-٨٪ من وزنها.

وقد أمكن تعويض الفقد الرطوبى - الذى يحدث بجذور الجزر أثناء تخزينها - جزئيًّا بغمرها فى الماء، ومن ثم أمكن زيادة فترة صلاحيتها لتخزين، فمثلاً .. فقد الجزر ٢,٩٦٪ من وزنه أثناء تخزينه على ١٣°م و ٣٥٪ رطوبة نسبية، ولكنه استعاد ٨٣٪ من كتلته بعدما غُمِرَ فى الماء لمدة ١٢ ساعة، ولم تكن لزيادة فترة الغمر فائدة إضافية. وقد كان الغمر فى الماء على حرارة ١٣ أو ٢٦°م أكثر فاعلية فى استعادة جذور الجزر لكتلتها عن الغمر على الصفر المئوى (Shibairo وآخرون ١٩٩٨جـ).

ويظهر بالجزر المخزن أحيانًا طعم مر، يرجع إلى تكوين مادة الأيزوكيومارين isocumarin، وهى التى تتجمع عند تخزين الجذور فى وجود كميات ضئيلة جدًا من الإثيلين؛ لذا .. يجب ألاّ يخزن الجزر بالقرب من التفاح، والكمثرى، وغيرها من الثمار التى تنتج غاز الإثيلين بكميات محسوسة أثناء التخزين. ويمكن التخلص من الطعم المر

بوضع الجذور فى درجة حرارة الغرفة لأيام قليلة بعد إخراجها من المخزن وقبل التسويق. كما وجد أن وضع الجزر فى جو من النيتروجين فقط – لمدة أربعة أيام قبل التخزين – أدى إلى منع تكوين الأيزوكيومارين بالجذور، حتى إذا تعرضت لغاز الإثيلين بعد ذلك.

ومن أهم الأعفان التى تصيب الجذور أثناء التخزين، ما يلى:

العفن	الفطر المسبب
العفن الرمادى gray mold	*Botrytis cinerea*
العفن الطرى المائى watery soft rot	*Sclerotinia sclerotiorum*
عفن رايزكتونيا crater rot	*Rhizoctonia solani*
العفن الحامضى sour rot	*Geotrichum* sp.

التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته

يؤدى التخزين على ١°م فى هواء يحتوى على ٢-٦٪ أكسجين، و ٣-٤٪ ثانى أكسيد كربون إلى خفض معدل التنفس، وفقد السكروز والتجذير، والتبرعم مقارنة بالوضع عند التخزين فى الجو المبرد العادى (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

كما يفيد تخزين الجذور فى هواء يحتوى على ٥-١٠٪ ثانى أكسيد كربون + ٢,٥-٦٪ أكسجين فى خفض إصابتها بالأعفان أثناء التخزين.

التخزين تحت ضغط منخفض

يعتبر تخزين الجزر تحت ضغط منخفض وسيلة بسيطة لتقليل تأثير الإثيلين الذى تنتجه الخضر أو الفواكه التى قد يخزن معها الجزر – مثل التفاح – على الجزر، علمًا بأن الضغط المنخفض فى حد ذاته لا يستفيد منه الجزر فى غياب المحاصيل الأخرى المنتجة للإثيلين. هذا .. ويتساوى خفض ضغط الهواء الجوى إلى ١٠ كيلو باسكال (٠,١ ضغط جوى) فى تأثيره مع عمل خفض لتركيز الأكسجين إلى حوالى ٢٪ تحت ظروف الضغط الجوى العادى (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

التعريض للأشعة فوق البنفسجية أثناء التخزين

أدى تعريض جذور الجزر للأشعة فوق البنفسجية أثناء التخزين إلى تولد مقاومة للفطر *Botrytis cinereae* فى الأنسجة التى تعرضت للأشعة فقط؛ بمعنى أن تلك المقاومة لم تكن جهازية، وقد ظهرت فى تلك الأنسجة تركيزات عالية من المركب 6-methoxymellein كانت كافية لتثبيط نمو الفطر بها (Mercier وآخرون ٢٠٠٠).

فسيولوجيا بعد الحصاد

الفقد الرطوبى

يتناسب فقد الرطوبة من جذور الجزر – أثناء التخزين – طرديًا – مع المساحة السطحية النوعية، أى المساحة السطحية لكل وحدة وزن من الجذر (Shibairo وآخرون ١٩٩٧).

تناسب الفقد الرطوبى من جذور الجزر بعد الحصاد (لدى تخزينه على ١٣°م و ٣٢٪ رطوبة نسبية) طرديًا مع مقدار الشدّ الرطوبى الذى تعرضت له النباتات خلال الشهر السابق للحصاد (Shibairo وآخرون ١٩٩٨ب).

كما أدت زيادة تركيز البوتاسيوم فى المحاليل المغذية إلى ١ مللى مول إلى خفض الفقد الرطوبى من الجذور أثناء التخزين، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى وزن الجذور ومحتواها من البوتاسيوم، وبنقص فى جهد الجذور المائى، وجهدها الأسموزى، والتسرب الأيونى منها، ولكن زيادة مستوى البوتاسيوم عن ذلك لم تكن لها أى تأثير إضافى على الفقد الرطوبى أثناء التخزين (Shibairo وآخرون ١٩٩٨أ).

التغيرات فى الكاروتين والمحتوى الغذائى

وجد أثناء تخزين الجزر (على الصفر المئوى أو ٥°م حتى ٢٠٠ يوم) أن تركيز البيتا كاروتين انخفض تدريجيًا وكان الانخفاض أشد فى الخشب عما فى اللحاء، هذا بينما ازداد محتوى الآلانين alanine والبرولين خطيًا مع الوقت، ولكن مستوى حامض جاما أمينو بيوترك gamma-aminobutyric acid ازداد عند بداية التخزين، ثم انخفض إلى مستوى أقل مما كان عليه (Takigawa & Ishii ١٩٩٦).

التأثير الفسيولوجى للاهتزازات أثناء التداول

أدى تعريض الجذور لشدٍّ ميكانيكى – بكثرة تعريضها للاهتزاز – إلى زيادة معدل تنفسها وإنتاجها من الإثيلين، كذلك ازداد محتواها من كل من الكحول الإثيلى، والـ 6-methoxymellein، بينما انخفض محتواها من السكريات وعديد من التربينات terpenes (Seljasen وآخرون ٢٠٠١).

الإثيلين وتكون الطعم المر

أدى تعريض جذور الجزر للإثيلين بتركيز ٠,١–٥ أجزاء فى المليون فى حرارة ١–١٥°م إلى زيادة كلا من معدل تنفس الجذور وتكوينها السريع لمركب الأيزوكيومارين isocumarin (وهو: 8-hydroxy-3-methyl-6-methoxy-3,4-dihydroisocumarin) المسئول عن الطعم المر. وأدى تعريض جذور الجزر المكتملة التكوين للإثيلين بتركيز ٥ أجزاء فى المليون لمدة ١٤ يومًا على ١، أو ٥°م إلى زيادة محتوى الجذور فى طبقة القشرة (التى تُقشَّر عادة peel) الخارجية إلى ٢٠، و ٤٠ مجم/١٠٠ جم على التوالى. وقد كان من السهل اكتشاف تلك المستويات كمذاق مر فى الجذور الكاملة. وقد كونت الجذور غير التامة النمو مستويات أعلى من الأيزوكيومارين عن الجذور المكتملة التكوين، حيث ظهر الأيزوكيومارين فى قشورها بتركيز ١٨٠ مجم/١٠٠ جم عندما وضعت الجذور فى هواء يحتوى على ٥ أجزاء فى المليون من الإثيلين لمدة ١٤ يومًا على ٥°م. وأدت زيادة نسبة الأكسجين إلى ١٠٠٪ إلى زيادة إنتاج الأيزوكيومارين – بفعل الإثيلين – بمقدار خمسة أضعاف، بينما أدى خفض الأكسجين فى هواء المخزن إلى ١٪ إلى خفض إنتاج الأيزوكيومارين إلى النصف مقارنة بإنتاجه فى الهواء العادى، وذلك عندما تواجد الإثيلين بتركيز ٠,٥ جزء فى المليون فى كلتا الحالتين. كذلك ازداد إنتاج الأيزوكيومارين فى الجزر المعد للاستهلاك (على صورة شرائح أو مكعبات صغيرة) عما فى الجذور الكاملة. هذا إلا أن الـ baby carrot المصنع بالتقشير لم يكن بذى قدرة كبيرة على إنتاج الأيزوكيومارين. وعمومًا .. وجد ارتباط إيجابى بين الزيادة فى معدل التنفس الناتجة عن التعرض للإثيلين وإنتاج الأيزوكيومارين (Lafuente وآخرون ١٩٩٦).

وأدى تعريض جذور الجزر لتركيز ٤٢ ميكرومول/م^{3} من المركب

1-methylcyclopropene (اختصارًا: MCP) المضاد لفعل الإثيلين لمدة ٤ ساعات على ٢٠°م – قبل تعريضها للإثيلين بتركيز ٤٢ ميكرومول/م٣ – إلى منع تكوين الجذور للأيزوكيومارين، بينما أدى تعريض الجذور للإثيلين فقط (بتركيز ٤٢ ميكرومول/م٣) على ١٠°م إلى زيادة تركيز الأيزوكيومارين بمقدار ٤٠ ضعف فى كل من قشرة ولب الجذور مقارنة بالجذور غير المعاملة بالإثيلين، وذلك فى خلال أربعة أيام من المعاملة (Fan & Mattheis ٢٠٠٠).

التجمد

تقدر أعلى درجة حرارة لتجمد الجزر بنحو -١,٢°م. ويؤدى التجمد الشديد إلى ظهور شقوق طولية وبثرات بالجذور بعد تفككها بسبب البللورات الثلجية التى تتكون بالجذور تحت الطبقة السطحية. كذلك يتغير لون الجذور إلى البنى القاتم أو الأسود وتبدو مائية المظهر بعد تفككها (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

تداول وتخزين وفسيولوجيا الجزر المصنع جزئياً

أوضحت الدراسات أهمية استعمال شفرات حادة جدًا عند تقطيع الجزر (المصنع جزئيًا) لأجل المحافظة على جودته لأطول فترة ممكنة والحد من الزيادة فى النموات الميكروبية التى تحدث غالبًا فى الجزر المقطع (Barry-Ryan & O'Beirne ١٩٩٨).

تحدث انحناءات فى قطع الجزر الطولية carrot sticks – بالجزر المصنع جزئيًا لأجل الاستهلاك الطازج – وترتبط شدة تلك الانحناءات بأعداد وتوزيع خلايا الخشب فى قطعة الجزر (Knoche وآخرون ٢٠٠١).

وقد أدى تعريض الجذر المجهز للاستهلاك – بالتقطيع – لمستوى منخفض من الأكسجين (٠,٥٪ أو ٢٪ والباقى نيتروجين) لمدة ٧ أيام على حرارة ٥ أو ١٥°م إلى إحداث زيادات كبيرة فى تركيز الكحول الإثيلى والأسيتالدهيد ونشاط الإنزيمين alcohol dehydrogenese، و pyruvate decarboxylase مقارنة بما كان عليه الحال فى الهواء على نفس درجتى الحرارة، وكانت الزيادات أكبر على ١٥°م منها على ٥°م (Hisashi & Watada ١٩٩٧).

يمكن أن يحتفظ الجزر المصنع جزئيًا لأجل الاستهلاك الطازج - بالتقطيع إلى أجـزاء صغـيرة (shredded carrots) - يمكـن أن يحتفـظ بجودتـه لمـدة أسـبوع كـامل بشـرط المحافظة التامة على سلسلة التبريد، وبغير ذلك يتدهور المنتج بشـدة. ومـن أهـم مظـاهر التدهور: زيادة الإفرازات، والغروية أو اللزوجـة، وفقـدان الصلابـة، وتكـون مـذاق غـير مرغوب فيه بسبب زيادة أعداد بكتيريا حامض اللاكتيك والخمائر. وقد وجـد أن الجـزر المجهز للاستهلاك الطازج والمعبأ فى أكياس من أغشية البـولى بروبلـين والمحفـوظ علـى ١٠°م تكوّن فيه كذلك عديدًا من الفينولات، كان أهمها حامض الكلورجنك chlorogenic acid، كما ازداد كذلك نشاط الإنزيم phenylalanine ammonia-lyase (Babic وآخـرون ١٩٩٣).

كما أدى تخزين الجزر المصنع جزئيًا لأجل الاستهلاك الطازج فى هواء يحتوى علـى ٥٠٪ أكسجين، و ٣٠٪ ثانى أكسيد الكربون إلى زيادة فترة احتفاظ المنتج بجودته بمقدار يومين إلى ثلاثة أيام عما فى حالة التخزين فى الهواء العادى. وعندما عومل الجزر قبـل التخزين بالغمس فـى ٠,١٪ حـامض ستريك، وألجينـات الصوديـوم sodium alginate (لأجل التغليف بغلاف صالح للأكل) ازدادات فترة الصلاحية للتخزين بمقدار ٥-٧ أيام (Amanatidou وآخرون ٢٠٠٠).

التصدير

ينص القانون المصرى على أن الجزر المصدر يجب أن يكـون نظيفًـا، ذا لـون طبيعـى منتظم الشكل، سليمًا، أملس ذا عروش (مجموع خضرى) نظيفة منتظمة الحواف، طولها من ١٠-٢٥ سم، وألاّ يكـون لينًـا أو متخشـبًا، وخاليًـا مـن الجـروح والتشـقق. ويسـمح بالتجاوز بنسبة لاتزيد على ٥٪ من وزن العبوة من العيوب الشكلية، وهى: عدم الانتظام فى الشكل، والجروح الملتئمة، ولفحـة الشـمس، وآثـار الإصابـة بـالأمراض والحشـرات. ويجب ألا يقل قطر الجذر عن ٢ سم عند القاعدة ويســمح بالتجـاوز فـى حجـم الجـذور بنسبة لا تزيد على ٥٪ من وزن العبوة. ويجب - فى حالة تصدير الجزر بالعروش - أن تكون العروش نظيفة، وخالية من العروق الجافة الذابلة، ويجب أن يقطع (العرش) عند مستوى قاعدة الجزرة، فى حالة التصدير بدون عروش.

ويحدد القانون أنواع ومواصفات العبوات التى يجب أن يصدر فيها الجزر. ويجب أن تكون هذه العبوات سليمة ومتينة، وجافة ونظيفة، وخالية من الرائحة، متماثلة فى النوع والشكل والحجم والوزن. تبطن العبوات من جميع الجهات بورق الكرفت أو الزبدة، وتعبأ الثمار بكيفية تملأ فراغ العبوة، بحيث تكون ثابتة غير مضغوطة، على أن يكون اتجاه العروش إلى الداخل.

وتتطلب السوق الأوروبية المشتركة فى الجزر المسوّق بها أن يكون سليمًا ونظيفًا وخاليًا من الأعفان ومظاهر التدهور والمواد الغريبة وخاصة التربة إن كان مغسولاً، وصلبًا، وغير متخشب، وخاليًا من الآفات وأضرارها، وغير متفرع، وخاليًا من الجذور الثانوية ومن الرطوبة الحرة غير العادية (فيكون قد جفف جيدًا بعد الغسيل) والروائح الغريبة والطعم غير المقبول، وألاّ يكون قد بدأ فى الإزهار.

ويجب أن يكون الجزر فى حالة تسمح له بتحمل النقل والتداول، وأن يصل إلى الأسواق بحالة مرضية.

يقسم الجزر إلى ثلاث رتب، كما يلى:

١ – رتبة الإكسترا Extra class:

يوجد برتبة الإكسترا أفضل نوعية من الجزر، ويجب أن تتوفر بها – إلى جانب الشروط العامة – مجموعة من الشروط الأخرى، هى أن تكون الجذور ناعمة، وطازجة المظهر، ومنتظمة الشكل، وخالية من الانخفاضات السطحية، والكدمات، والتشققات، وأضرار الصقيع، وأن تكون مطابقة لمواصفات الصنف. ولا يسمح فى هذه الرتبة بجذور ذات أكتاف خضراء أو قرمزية اللون.

٢ – رتبة الدرجة الأولى Class 1:

يجب أن تتوفر فى محصول هذه الرتبة – إلى جانب الشروط العامة – أن تكون الجذور طازجة المظهر، ومطابقة لمواصفات الصنف، ولكن يسمح فيها بالعيوب البسيطة – التى لا تؤثر كثيرًا على المظهر العام – فى الشكل والتلوين، كما يسمح فيها بالشقوق الملتئمة السطحية والشقوق البسيطة التى قد تتكون أثناء التداول. يسمح فيها كذلك بالجذور التى لا يزيد فيها طول الأكتاف الملونة بالأخضر أو بالقرمزى عن

سنتيمتر واحد إذا كان طول الجذور لا يزيد عن ٨ سم، أو عن ٢ سم إذا كانت الجذور أطول من ٨ سم.

٣ - رتبة الدرجة الثانية Class II:

تتوفر فى جذور هذه الرتبة الشروط العامة التى تجلعها صالحة للتسويق، ولكن بدرجة أقل مما يلزم توفره من شروط فى رتبتى الإكسترا والدرجة الأولى، ويسمح فيها بالعيوب فى الشكل والتلوين، ويسمح بوجود الشقوق الملتئمة التى لا تصل إلى القلب والشقوق التى قد تتكون أثناء التداول. كذلك يسمح فيها بالجذور المكسورة بما لايزيد عن ٢٥٪ من العبوة بالوزن، وبالجذور التى لا يزيد فيها طول الأكتاف الملونة بالأخضر أو بالقرمزى عن ٢ سم إذا كان طولها لا يزيد عن ١٠ سم، أو عن ٣ سم إذا كانت الجذور أطول من ١٠ سم.

يتم التدريج على أساس قطر الجذر أو على أساس وزن الجذر بدون النمو الخضرى، وتتوقف أقسام التدريج على الصنف، كما يلى:

أساس التدريج	الأصناف المبكرة وذات الجذور الصغيرة	الأصناف المتأخرة وذات الجذور الكبيرة
القطر: الحد الأدنى (مم)	١٠	٢٠
الحد الأقصى (مم)	٤٠	الإكسترا: ٤٥
الوزن: الحد الأدنى (جم)	٨	٥٠
الحد الأقصى (جم)	١٥٠	الإكسترا: ٢٠٠

وبالنسبة للأصناف المتأخرة .. يجب ألا يزيد الفرق بين أصغر الجذور وأكبرها فى العبوة الواحدة عن ٢٠ مم أو ١٥٠ جم فى رتبة الإكسترا، أو عن ٣٠ مم أو ٢٠٠ جم فى رتبة الدرجة الأولى، ولا توجد اشتراطات خاصة بالوزن فى رتبة الدرجة الثانية.

ويسمح فى كل عبوة من رتبة الإكسترا بنسبة من الجذور - لا تتجاوز ٥٪ بالوزن - لا تتوفر فيها شروط الرتبة ولكن تنطبق عليها شروط رتبة الدرجة الأولى، وكذلك جذور لا تتجاوز ٥٪ بالوزن يوجد بها آثار من التلون بالأخضر أو بالقرمزى عند الأكتاف.

ويسمح فى رتبة الدرجة الأولى بنسبة من الجذور - لا تتجاوز ١٠٪ بالوزن - لا تتوفر فيها شروط الرتبة ولكن تنطبق عليها شروط رتبة الدرجة الثانية شريطة ألاّ يكــون بينــها جذورًا مكسورة، وبنسبة لا تتجــاوز ١٠٪ بـالوزن مـن الجـذور المكسـورة أو التــى فقـدت أطرافها.

ويسمح فى رتبة الدرجة الثانيـة بنسـبة مـن الجـذور - لا تتجـاوز ١٠٪ بـالوزن - لا تتوفر فيها الشروط العامة أو شروط هـذه الرتبـة شـريطة ألا يكـون بينـها جـذورًا مصابـة بالأعفان أو متدهورة إلى درجة تجعلها غير صالحة للاستهلاك.

كذلك - يسمح فى كل رتبة بنسبة من الجذور بكل عبوة - لا تتجاوز ١٠٪ بالوزن - لا تتوفر فيها شروط الحجم.

الفصل الخامس

أمراض وآفات الجزر ومكافحتها

البياض الدقيقى

يسبب الفطران *Erysiphe heraclei*، و *E. umbelliferarum* مرض البيــاض الدقيقـى Powdery Mildew فى الجزر، والكرفس، والشبت، والكزبرة، والفينوكيا، والبقدونـس، والجزر الأبيض، وغيرها من نباتات العائلة الخيمية؛ حيث يغطى مدى العوائل أكثر من ٨٥ جنسًا (Dixon ١٩٨١). وقد ذكر (Gubler وآخرون ١٩٨٦) أن الفطر المسبب للمرض *E. polygoni*.

ينتشر المرض بصورة خاصة فــى دول البحـر الأبيـض المتوسـط، وتشـتد الإصابـة فـى المحصول الشتوى بعد نحو ثلاثة أشهر من الزراعة.

تتميز أعراض الإصابة بظهور نمو رمادى فاتح من هيفات الفطر على السـطح العلـوى للأوراق المسنة أولاً. تبدأ الإصابة فى الأوراق الخارجية الكبيرة، ثم تمتـد تدريجيًـا نحـو الأوراق الداخلية الصغيرة. تؤدى إصابة النباتات الصغيرة إلى توقفها عن النمو، أو موتها. وتؤدى الإصابة إلى شيخوخة الأوراق واصفرارها، ثم جفافها وموتها. ينمو الفطر سـطحيًا على الأوراق، ويرسل ممصاته إلى خلايا البشرة لامتصاص الغذاء.

ينتقل الفطر بواسطة البذور، وينتشر بواسطة التيارات الهوائية التــى تنقـل جراثيمـه الكونيدية. تناسب الإصابة بالمرض حرارة تتراوح بين ١٣، و ٣٢°م، ويزداد انتشاره فــى الجو الرطب، ويقل فى الجو الحار الجاف.

يكافح المرض بالرش بالمبيدات الفطرية الجهازية، مثل: البينوميـل، والكـاربندازيم، أو بالمبيدات الوقائية، مثل: الكبريت الميكرونى، أو الكبريت القـابل للبلـل، أو المـانيب مع المورستان.

ومن المبيدات الجهازية التى أفادت فـى مكافحـة البيـاض الدقيقـى فـى الجـزر، مـا

يلى: الهكساكونازول hexaconazole (مثل الأنفيل Anvil) بمعدل ١٠ أو ٢٠ جم من المادة الفعالة للهكتار (أى حوالى ٤,٢ أو ٨,٤ جم مادة فعالة للفدان)، والبيرى فينوكس pyrifenox (مثل الدورادو Dorado) بمعدل ٥٠ جم مادة فعالة للهكتار (أى حوالى ٢١ جم مادة فعالة للفدان)، والبكونازول peconazole (مثل التوباس Topas) بمعدل ٢٥ جم مادة فعالة للهكتار (أى حوالى ١٠,٥ جم مادة فعالة للفدان) (Cvjetkovic وآخرون ١٩٩٣).

وتتوفر بعض أصناف الجزر المقاومة للمرض.

لفحة ألترناريا

يسبب الفطر *Alternaia dauci* مرض لفحة ألترناريا Alternaia blight فى الجزر.

تظهر أعراض الإصابة على صورة بقع، لونها بنى قاتم إلى أسود، وذات حواف صفراء على الأوراق الكبيرة. تزداد البقع فى الحجم تدريجيًّا إلى أن تؤدى إلى موت الوريقات. وتتكون بقع مماثلة على أعناق الأوراق قد تؤدى إلى تحليقها. وتنتشر الإصابة فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

ينتقل الفطر عن طريق البذور، حيث قد يلوثها سطحيًّا، أو يحمل الميسيلوم داخليًّا. ويعيش الفطر على بقايا النباتات المتحللة فى التربة، حيث يبقى لفترات أطول إن لم تقلب بقايا النباتات عميقا فى التربة.

تشتد الإصابة عند اتباع طريقة الرى بالرش، ويناسب الإصابة حرارة تتراوح بين ١٤، و ٣٥ْم – لكن الدرجة المثلى ٢٧ْم – والرطوبة النسبية العالية.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ – معاملة البذور للتخلص من الفطر إما بالماء الساخن على درجة ٥٠ْم لمدة ٢٥ دقيقة، أو بالنقع فى معلق من الثيرام، بتركيز ٠,٢٪ على درجة ٣٠ْم لمدة ٢٤ ساعة.

٣ – تجنب الرى بالرش.

٤ - الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: الثيرام، والزينب، والمانكوزب، ولكن قد يحتاج الأمر إلى رشات عديدة.

٥ - نظرًا لأن قواعد الأوراق التى دخلت فى مرحلة الشيخوخة تعد - غالبًا - منفذًا للإصابة بكل من الفطرين: *A. dauci*، و *A. radicina*؛ لذا .. فإن معاملات منظمات النمو التى تزيد من قوة قواعد الأوراق تقلل الإصابة بالمرض. وقد وجد أن معاملة حقول الجزر بحامض الجبريلليك قللت دائمًا من الإصابة بالفطر *A. dauci* فى كاليفورنيا مقارنة بالوضع فى الحقول غير المعاملة. وقد أدت المعاملة بحامض الجبريلليك إلى زيادة الوزن الجاف للنمو الخضرى، وازدادت تلك الزيادات فى الوزن الجاف بزيادة تركيز الحامض حتى أعلى تركيز تم استخدامه وهو ٢٥٠ جزءًا فى المليون. وفيما خفض هذا التركيز المرتفع من وزن الجذور، فإن استعمال الحامض بتركيزات تراوحت بين ٢,٥، و ٤٠ جزءًا فى المليون قللت الإصابة بالفطر دون التأثير على جودة الجذور. وقد أدت المعاملة إلى زيادة طول أوراق النباتات، وزيادة عرض أعناق أوراقها، وجعل نموها قائمًا بدرجة أكبر. وعمومًا .. فإن اختلاف بداية المعاملة (بالرش مرتين بتركيز ٢٠ أو ٤٠ جزءًا فى المليون) عند ٤، أو ٦، أو ٨ أسابيع من بزوغ البادرات لم يكن مؤثرًا على فاعلية حامض الجبريلليك (Santos وآخرون ٢٠٠٠).

عفن الجذور الأسود

يسبب الفطر *Alternaria radicina* (= *Stemphylium radicinum*) مرض عفن الجذور الأسود Black Root Rot فى الجزر، والبقدونس، والشبت، والكرفس، والجزر الأبيض.

تتشابه أعراض الإصابة على الأوراق مع الأعراض التى تحدثها الإصابة بالفطر *A. dauci*. كما يحدث الفطر *A. radicinia* ذبولاً طريًا للبادرات قبل الإنبات وبعده. وتبدأ إصابة الجذور فى النباتات البالغة من قاعدة النبات؛ حيث تتكون بقع كبيرة سوداء سطحية، تمتد فى منطقة التاج، وتنتشر إلى الجذور (شكل ٥-١، يوجد فى آخر الكتاب)، وتكون غائرة قليلاً. وقد تحدث إصابات ثانوية تحت سطح التربة من خلال الجروح والشقوق التى توجد فى الجذور. وتستمر الإصابة فى المخازن.

ينتقل الفطر عن طريق البذور خارجيًا، وداخليًا، وتنتقل جراثيمه مع التيارات الهوائية، ويعيش على بقايا النباتات فى التربة لمدة قد تصل إلى ثمانى سنوات.

يناسب الفطر حرارة مقدارها ٢٨°م، وجو ممطر رطب.

ويكافح المرض بنفس الطرق التى سبق ذكرها بالنسبة للفطر *A. dauci*. كما يفيد فى مكافحة المرض فى المخازن توفير ظروف تخزينية مناسبة من حرارة منخفضة، وتهوية جيدة، مع عدم تعريض الجذور للرطوبة الحرة.

لفحة سركسبورا

يسبب الفطر *Cercospora carotae* مرض لفحة سركسبورا Cercospora Blight فى الجزر.

تظهر الإصابة على صورة بقع صغيرة متحللة على حواف الوريقات، تحاط بحافة صفراء. تزداد البقع فى المساحة إلى أن تغطى سطح الوريقة كله، وتؤدى إلى موتها. كما تتكون بقع سوداء داخلية بأعناق الأوراق (شكل ٥-٢، يوجد فى آخر الكتاب).

يعيش الفطر على بقايا النباتات المصابة فى التربة، وينتقل عن طريق البذور، وتنتقل الجراثيم بواسطة التيارات الهوائية، ومع ماء الرى، ورذاذ المطر. وتشتد الإصابة فى الجو الحار الرطب.

ويكافح المرض بنفس الوسائل التى سبق بيانها بالنسبة لفطر *A. dauci* (معاملة البذور، والرش بالمبيدات المناسبة) مع الاهتمام بقلب بقايا النباتات فى التربة، واتباع دورة زراعية مناسبة.

عفن اسكليروتينيا الطرى

يسبب الفطران *Sclerotinia sclerotiorum*، و *S. minor* مرض عفن اسكليروتينيا الطرى فى الجزر، والكرفس، والفينوكيا، والبقدونس، وكثير من الخضر الأخرى.

تحدث الإصابة فى أى مرحلة من النمو النباتى، ولكنها تزداد فى المراحل المتأخرة. تبدأ الإصابة عادة فى قاعدة النبات ويمكن أن تؤدى فى الحالات الشديدة إلى انهيار

النبات. تكون البقع المصابة ذات لون بنى فاتح وذات حواف وردية إلى بنية اللون، كما تكون طرية ومائية، وكثيرًا ما تتعرض للإصابة بكائنات أخرى ثانوية.

تناسب الرطوبة العالية ظهور الغزل الفطرى على سطح النسيج المصاب، **يكون هذا** النمو أبيض اللون فى حالة الإصابة بالفطر *S. sclerotiorum* (شكل ٥-٣، **يوجد فى** آخر الكتاب)، وبلون أصفر برتقالى عند الإصابة بالفطر *S. minor*. كما تظهر الأجسام الحجرية السوداء للفطر فى تلك النوات، وهى تكون أصغر كثيرًا فى الحجم فى *S. minor*.

تعيش الأجسام الحجرية فى التربة لفترة طويلة. وفى الظروف المناسبة تنتج الأجسام الحجرية للفطر *S. sclerotiorum* جراثيم أسكية تنتقل بواسطة الهواء، ورذاذ الماء، أو مياه الرى السطحى.

وبينما لا يحتاج غزل الفطر للجروح لكى ينفذ إلى النباتات، فإن الجراثيم الأسكية تحتاج إلى الجروح لكى تُحدث الإصابة.

يناسب الإصابة الجو المائل للبرودة، وتتراوح الحرارة المثلى بين ١٥، و ١٨°م بالنسبة للفطر *S. sclerotiorum*، وأقل من ذلك بالنسبة للفطر *S. minor*، ولكن **يناسب** تطور المرض بعد حدوث الإصابة حرارة تتراوح بين ١٨، و ٢٥°م.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - اتباع دورة زراعية مناسبة.

٢ - الزراعة على مصاطب مرتفعة.

٣ - التخلص من بقايا النباتات المصابة.

٤ - تجنب الإفراط فى الرى.

٥ - مكافحة الحشائش.

٦ - التسميد البوتاسى الجيد وعدم الإفراط فى التسميد الآزوتى.

٧ - سرعة إجراء التبريد الأولى بعد الحصاد والتخزين على الصفر المئوى (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

اللفحة الجنوبية

يسبب الفطر *Sclerotium rolfsii* مرض اللفحة الجنوبية فى الجزر وعديد من النباتات الأخرى.

تظهر أعراض الإصابة على صورة غزل فطرى حريرى أبيض اللون ينتشر حول الجذر، وتكون الأنسجة المصابة طرية ومائية المظهر. وتشاهد الأجسام الحجرية للفطر وهى مطمورة فى الغزل الفطرى، وتكون على شكل تجمعات، وهى رصاصية أو بنية اللون ويتراوح قطرها بين ملليمتر واحد، وثلاثة ملليمترات.

يناسب الإصابة الجو الدافئ الرطب، حيث يهاجم الفطر قواعد الأوراق وتاج الجذر. وأنسب حرارة لتطور المرض هى ٣٠°م، وينعدم المرض تقريبًا على ١٠°م.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – قلب بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

٢ – تعقيم التربة بالتشميس solarization.

عفن ريزوبس الصوفى الطرى

يسبب الفطر *Rhizopus stolonifer* مرض عفن ريزوبس Rhizopus wolly soft rot فى الجزر وعديد من الأنواع النباتية الأخرى.

تظهر الإصابة فى الجزر المخزن على صورة بقع طرية مائية المظهر ذات لون بنى باهت وغالبًا ما يرشح منها إفرازات تنتج عن النشاط الإنزيمى للفطر فى أنسجة العائل. ويشاهد على سطح البقع المصابة نموًا غزيرًا من غزل الفطر الأبيض وأكياسه الاسبورانجية السوداء.

تحدث الإصابة عند ملامسة الجذر للفطر الذى يعيش فى التربة، أو عندما تنتقل إليه الجراثيم الاسبورانجية بواسطة التيارات الهوائية.

تناسب الإصابة الحرارة العالية التى تتراوح بين ٢٥، و ٣٥°م، وينعدم ظهور المرض تقريبًا فى حرارة ١٠°م.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - سرعة تبريد المحصول أوليًا بعد الحصاد والمحافظة على سلسلة التبريد بعد ذلك.

٢ - التهوية الجيدة فى المخازن.

العفن الرمادى

يسبب الفطر *Botrytis cinerea* مرض العفن الرمادى فى الجزر وعديد من الأنواع النباتية الأخرى.

تكثر الإصابة عند قواعد الأوراق وتاج النبات. تكون البقع المصابة طرية ومائية المظهر، وذات لون بنى ضارب إلى الحمرة، وبعد فترة تصبح البقع جلدية الملمس ومغطاة بالنمو الفطرى الأبيض..وفى الجو الرطب يُغطى هذا النمو بجراثيم الفطر الكونيدية الرمادية اللون، وتظهر فيه الأجسام الحجرية للفطر (شكل ٥-٤، يوجد فى آخر الكتاب).

يعيش الفطر فى بقايا النباتات فى التربة. وفى الحرارة المعتدلة والرطوبة العالية ينتج الفطر جراثيمه الكونيدية بكثرة، وهى التى يمكنها إصابة النباتات فى الحقل أو تلويثها سطحيًا أثناء الحصاد والتداول. تنتقل الجراثيم بمختلف الوسائل، ولكنها تنتشر بشدة مع التيارات الهوائية.

تزداد الإصابة بالمرض عند كثرة حدوث الجروح والكدمات بالجذور أثناء الحصاد والتداول، كما تزداد الإصابة فى حرارة بين ٢٣، و ٢٥°م على الرغم من إمكان حدوث الإصابة أثناء التخزين فى الحرارة المنخفضة حتى ٢°م.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - تقليل كثافة الزراعة لتجنب ارتفاع الرطوبة النسبية فى محيط النبات.

٢ - الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة.

٣ - تجنب الحصاد وقت هطول الأمطار.

٤ - حصاد المحصول وتداوله بعناية تجنبًا لحدوث الجروح والكدمات.

٥ – تجنب ظروف التخزين التى تؤدى إلى ذبول الجذور لأن فقد الجذور لجزء من رطوبتها يجعلها أكثر قابلية للإصابة بالمرض.

٦ – التخزين على درجة الصفر المئوى.

٧ – تجنب تكثف الرطوبة على الجذور أثناء التخزين (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

عفن الجذور والتاج

يسبب الفطر *Phoma apiicola* مرض عفن الجذور والتاج Root and Crown Rot فى الجزر، والكرفس، والجزر الأبيض، والبقدونس، والكراوية، وغيرها من المحاصيل التابعة للعائلة الخيمية.

تظهر الإصابة على أنصال الأوراق وأعناقها فى صورة بقع غير منتظمة الشكل، تتحول تدريجيًّا من اللون الأخضر المائل للأزرق إلى الأسود، ويتبع ذلك ظهور تشققات فى منطقة التاج، ثم إصابة الجذور، وسقوط النبات.

يناسب الفطر مدى حرارى يتراوح بين ١٦، و ١٨°م، وهو ينتقل بواسطة البذور، ويعيش على بقايا النباتات فى التربة.

ويكافح المرض بمعاملة البذور، والرش بالمبيدات الفطرية المناسبة كما سبق ذكره بالنسبة للفطر *A. dauci*.

عفن الجذور الأرجوانى

يسبب الفطر *Helicobasidium purpureum* مرض عفن الجذور البنفسجى Violet Root Rot فى الجزر، وفى عديد من النباتات الأخرى، منها الكرفس، والأسبرجس، والهليون، والبنجر، والبقدونس، والبطاطس، وكثير من الحشائش.

تؤدى الإصابة إلى اصفرار النموات الخضرية، وذبولها، وموتها. ويظهر على سطح الأجزاء الأرضية من النبات، نمو من ميسيليوم الفطر، يكون ذا لون رمادى فاتح فى البداية، ثم يتحول تدريجيًّا إلى اللون البنفسجى المائل إلى الإحمرار، أو إلى البنى، كما تتحلل أنسجة الجذور المصابة داخليًّا.

يعيش الفطر فى التربة، ويكافح باتباع دورة زراعية مناسبة - تدخل فيها محاصيل الحبوب - مع التخلص من بقايا النباتات المصابة خارج الحقل، وتجنب انتشار الإصابة من حقل لآخر، بواسطة الآلات الزراعية.

البقع الكهفية

يسبب مرض البقع الكهفية فى الجزر عدة أنواع من الجنس *Pythium*، منها: *P. violae*، و *P. ultimum*، و *P. sulcatum*، و *P. aphanidermatum*، و *P. coloratum*.

تظهر تحت بشرة الجذور المصابة بقعًا متباينة المساحة تتراوح بين الصغيرة الدائرية بقطر ١-٢ مم إلى الكبيرة الطويلة العدسية الشكل بطول ١٠-١٥ مم. وبعد فترة تتمزق البشرة فوق البقع الكبيرة مما يجعل حافتها تبدو مهلهلة. تمتد البقع عميقًا فى الجزء المصاب وتكون رمادية اللون (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩). ويمكن للفطر (*P. coloratum*) إصابة جذور الجزر فى أى مرحلة من نموها (El-Tarabily وآخرون ١٩٩٧أ).

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - تعقيم التربة بالتشميس solarization.

٢ - الزراعة على مصاطب مرتفعة.

٣ - المكافحة الحيوية باستعمال بعض الاستربتوميسيتات، مثل: *Streotomyces janthinus*، و *S. albidum* (El-Tarabily وآخرون ١٩٩٧).

أعفان الجذور الفطرية فى المخازن

من أهم المسببات المرضية الفطرية لأعفان الجذور فى المخازن - وقد سبق شرح بعضها - ما يلى (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣، و Marshall & Brash ١٩٩٦):

المرض	المسبب
عفن ريزوكتونيا Rhizoctonia crater rot (شكل ٥-٥، يوجد فى آخر الكتاب)	*Rhizoctonia carotae*
العفن الرمادى Gray mold	*Botrytis cinerea*

المرض	المسبب
عفن التاج Crown rot	*Rhizoctonia* spp.
العفن الأسود Black rot	*Stemphylium radicinum*
العفن الطرى المائى Watery soft rot	*Sclerotinia sclerotiorum*
العفن الطرى الصوفى Wooly soft rot	*Rhizopus* spp.
العفن الجاف الفيوزارى Fusarium dry rot	*Fusarium roseum*
عفن ليكوريس Licorice rot	*Centrospora acerina*
عفن ثيلافيوبسس Thielaviopsis rot	*Thielaviopsis basicola*

تكافح هذه الأعفان كلها بعدم الإفراط فى الرى قبل الحصاد، وسرعة تبريد الجذور بعد الحصاد، وتخزينها على درجة الصفر المئوى، مع العناية بحصاد الجذور وتداولها، وتجنب إصابتها بالجروح.

العفن الطرى البكتيرى

تسبب البكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* مرض العفن الطرى البكتيرى bacterial soft rot فى الجزر، ومعظم الخضروات الأخرى.

تظهر أعراض الإصابة على صورة عفن طرى لزق بالجذور قبل الحصاد أو بعده، وأثناء التخزين، ولكنه أكثر انتشارًا فى المخازن. وقد تصاب الشتلات الجذرية Stecklings فى حقول إنتاج البذور؛ مما يؤدى إلى خسائر جسيمة فى المحصول.

تدخل البكتيريا من خلال الجروح التى توجد بالجذور، وتنتشر فى الجو الحار الرطب.

ويكافح المرض بالاهتمام بإجراء عملية التبريد الأولى بالماء المثلج بعد الحصاد، والتخزين فى حرارة الصفر المئوى. كما يجب ألاّ تستخدم سوى الجذور السليمة الخالية من الإصابات والجروح فى حقول إنتاج البذور.

الفيروسات والفيتوبلازمات

فيرس موزايك الجزر Carrot Mosaic Virus

ينتقل هذا الفيرس بواسطة عدة أنواع من المنّ، منها *Myzus persicae*. تظهر

الأعراض على الأوراق الخارجية الكبيرة، حيث يلاحظ وجود بقع غير محددة الحافة، يتراوح قطرها بين ١ و ٢ مم على نصل الورقة. ويلى ذلك التفاف الأوراق، وظهور بقع حمراء أو برتقالية. وقد تظهر البقع المرضية على الحوامل النورية؛ مما يؤدى إلى رقادها، ولكن الفيرس لا ينتقل إلى البذور.

فيرس ورقة الجزر الحمراء Carrot Red Leaf Virus

ينتقل هذا الفيرس بواسطة حشرة المنّ *Cavariella aegopodii*، وربما ينتقل عن طريق البذور أيضًا. تؤدى الإصابة إلى اصفرار واحمرار النموات الخضرية، وقد يتحول النبات كله إلى اللون القرمزى. ويؤدى هذا الفيرس مع فيرس Carrot Mottle إلى ظهور أعراض الإصابة بمرض Carrot Mottley Dwarf، وأهم أعراضه: تقزم النباتات، وتبرقشها، والتواء أعناق الأوراق، واصفرار حواف الوريقات، ثم تحولها إلى اللون الأحمر.

فيتوبلازما اصفرار الأستر

تصيب فيتوبلازما اصفرار الأستر Aster Yellows نحو ٢٠٠ نوع من النباتات، تتوزع فى حوالى ٤٠ عائلة، ويكون الطفيل مدمرًا فى الجزر، والخس. وأهم أعراض الإصابة .. شفافية العروق، واصفرار الأوراق الصغيرة، والنمو الكثيف للجذور الثانوية. ينشط نمو البراعم الإبطية، معطية أفرع مغزلية صفراء، ويأخذ النبات شكل المكنسة، وتتحلل القمة النامية للنبات (شكل ٥-٦، يوجد فى آخر الكتاب)، وعند الإزهار تكون الأزهار مشوهة ويقل كثيرًا أو ينعدم محصول البذور.

ينتقل الطفيل بواسطة أنواع مختلفة من نطاطات الأوراق، منها نطاط أوراق الأستر *Macrosteles fascifrons*. تبقى الحشرة الحاملة للفيرس قادرة على نقله إلى النباتات السليمة لمدة ١٠٠ يوم. تحصل الحشرة على الميكوبلازما من اللحاء، ولا يمكنها أن تنقل المرض إلا بعد مرور ١٠ أيام من حصولها عليه. يتكاثر الطفيل فى جسم الحشرة خلال هذه الفترة، ثم تظل الحشرة قادرة على نقل الميكوبلازما بقية حياتها بحقنة مباشرة فى نسيج اللحاء بالنباتات السليمة (عن روبرتس، وبوثرويد ١٩٨٦، و Gabelman وآخرين ١٩٩٤، و Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – استئصال الحشائش التى تصاب بالمرض من منطقة الزراعة.

٢ – مكافحة الحشرة الناقلة بالرش بالمبيدات المناسبة.

النيماتودا

تصيب نيماتودا تعقد الجذور Root Knot Nematodes نباتات الجـزر، محدثـة بـه مرض تعقد الجذور. تتبع النيمـاتودا الجنـس *Meloidogyne*، وتوجـد منـها عـدة أنـواع تصيـب الجـزر، أهمـها: *M. incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*. تؤدى الإصابة إلى جعل الجذور متفرعة، وغير منتظمة الشـكل، وتظـهر عقـد جذريـة مختلفـة الأحجـام بكـل مـن الجـذر الرئيسـى والأفـرع الجذريـة (شـكل ٥–٧، يوجـد فـى آخـر الكتاب).

ومن الأنواع النيماتودية الأخرى التى تصيب الجزر، ما يلى:

١ – نيماتودا الحوصلات cyst nematode (*Heterodera carotae*):

تؤدى الإصابة إلى تقزم النمو النباتى.

٢ – النيماتودا اللاسعة sting nematode (*Belonolaimus* spp.):

تؤدى الإصابة إلى تفرع الجذور المتشحمة وقصر وزيادة سمك الجذور الليفية.

٣ – النيماتودا الدبوسية pin nematodes (*Paratylenchus* spp.):

تـؤدى الإصـابة إلى حـدوث تحـلل بأنسـجة الجـذور، والحـد مـن نمـو الجـذور الثانوية.

٤ – نيماتودا التقرح lesion nematode (*Paratylenchus penetrans*):

تؤدى الإصابة إلى تقرح الجذور وموتها، والحـد مـن نمـو الجـذور الليفيـة، واصفـرار الأوراق.

٥ – نيماتودا الجذور القصيرة الغليظة stubby root nematode (*Paratrichodorus* spp.):

تجعل الإصابة الجذور قصـيرة، وغليظـة ومتورمـة قليـلاً، وتـؤدى إلى مـوت الجـذور الثانوية.

٦ – النيماتودا الإبرية needle nematode (*Longidorus* spp.) :

تؤدى الإصابة إلى وقف استطالة الجذور ومنع تفرعها، وتورم قمتها وتحللها وموت النبات.

٧ – النيماتودا المثقابية awel nematode (*Dolichodorus* spp.) :

تؤدى الإصابة إلى اصفرار الأوراق وتجعل الجذور الجانبية الثانوية كثيرة العدد لكن قصيرة.

٨ – النيماتودا الخنجرية dagger nematode (*Xiphinema* spp.) :

تنقل إلى النباتات فيرس Celery strap-leaf.

٩ – نيماتودا الساق والأبصال stem and bulb nematode (*Ditylenchus dipsaci*) :

تشكل الجروح التى تُحدثها النيماتودا منفذًا للإصابة بالفطريات الثانوية (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

الحامول

يعد الحامول أحد النباتات المتطفلة الهامة التى تصيب الجزر.

الحشرات والعناكب

تعد حشرات المنّ، والحفار، والدودة القارضة، ودودة ورق القطن من أهم الحشرات التى تصيب الجزر، وتأتى مناقشتها والأضرار التى تحدثها، وطرق مكافحتها فى الفصل الخامس عشر ضمن آفات البطاطا. ومن الحشرات الأخرى التى تصيب الجزر .. الديدان السلكية، وخنفساء الجزر، وذبابة الجزر *Psila rosae* (شكل ٥–٨، يوجد فى آخر الكتاب)، وبعض نطاطات الأوراق.

ولمزيد من التفاصيل عن الأمراض والحشرات التى تصيب الجزر .. يراجع كلاً من Whitaker وآخرين (١٩٧٠)، و Dixon (١٩٨١).

الفصل السادس

تعريف بالكرفس وأهميته وأصنافه

يعتبر الكرفس ثانى أهم محاصيل الخضر التابعة للعائلة الخيمية Umbelliferae بعد الجزر. يسمى الكرفس فى الإنجليزية Celery، واسمه العلمى *Apium graveolens* var. *dulce* (Mill). DC.

أنواع الكرفس المنزرعة والبرية

يعرف من الكرفس المنزرع طرازًا نباتيًا واحدًا، وصنفين نباتيين، كما يلى:

١ – الطراز f. *secalinum*، وهو يشبه الطراز البرى إلى حد كبير، وتستعمل أوراقه الكاملة.

٢ – الصنف النباتى var. *rapaceum*، وهو محصول السيليرياك celeriac (أو الكرفس اللفتى)، ويستعمل منه الجذر المتضخم الذى يتكون من قاعدة الساق والجزء العلوى من الجذر.

٣ – الصنف النباتى var. *dulce*، وهو الكرفس التجارى، ويزرع لأجل أعناق أوراقه.

ويعتقد بأن الكرفس البرى .*Apium graveolens* L. var. *silvestre* Presl – الذى كان معروفًا فى حوض البحر الأبيض المتوسط لدى قدماء المصريين والإغريق والرومان – هو الأصل البرى للكرفس المنزرع (Pressman ١٩٩٧).

الموطن وتاريخ الزراعة

وجد الكرفسناميًا بحالة برية فى منطقة تمتد من السويد شمالاً إلى الجزائر ومصر جنوبًا، وحتى جبال القوقاز وجبال الهند شرقًا. كما وجد ناميًا بحالة برية كذلك فى كاليفورنيا، ونيوزيلنده، وأغلب الظن أن موطنه فى منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط. ولم يستعمل الإغريق، والرومان الكرفس إلا للأغراض الطبية فقط. وقد ذكر الكرفس فى

الصين فى القرن الخامس الميلادى. وكان أول ذكر لاستعماله كغذاء فى فرنسا عام ١٦٢٣. ولمزيد من التفاصيل عن هذا الموضوع .. يراجع Hedrick (١٩١٩).

الاستعمالات والقيمة الغذائية

يزرع الكرفس – أساسًا – لأجل أعناق الأوراق التى تكون متضخمة، وذات نكهة محببة، كما تستعمل أوراقه أيضًا. يؤكل الكرفس طازجًا ويستعمل فى الطبخ، وفى عمل الشوربات لإعطائها نكهة جيدة، كما يستخدم فى تزيين المأكولات.

يحتوى كل ١٠٠ جم من أعناق أوراق الكرفس على المكونات الغذائية التالية: ٤٩,١ جم رطوبة، و ١٧ سعرًا حراريًا، و ٠,٩ جم بروتينًا، و ٠,١ جم دهونًا، و ٣,٩ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٦ جم أليافًا، و ١.٠ جم رمادًا، و ٣٩ مجم كالسيوم، و ٢٨ مجم فوسفورًا، و ٠,٣ مجم حديدًا، و ١٢٦ مجم صوديوم، و ٣٤١ مجم بوتاسيوم، و ٢٢ مجم مغنيسيوم، و ٢٤٠ وحدة دولية من فيتامين أ كمتوسط عام (يتراوح المدى من ١٤٠–٢٧٠ وحدة دولية من فيتامين أ/١٠٠ جم فى الأصناف الصفراء، والخضراء على التوالى)، و ٠.٠٣ مجم ثيامين، و ٠.٠٣ مجم ريبوفلافين، و ٠,٣ مجم نياسين، و ٩ مجم حامض الأسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). يتضح من ذلك أن الكرفس من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، والمتوسطة فى محتواها من الكالسيوم.

ويفيد استعمال الكرفس عند اتباع حمية غذائية خاصة لإنقاص الوزن؛ نظرًا لقلة محتواه من السعرات الحرارية. كما أنه يفيد فى منع حالات الإمساك، نظرًا لارتفاع محتواه من الألياف التى تنشط حركة الأمعاء الغليظة.

الأهمية الاقتصادية

لا يمثل الكرفس أهمية اقتصادية كبيرة فى مصر، حيث بلغ إجمالى المساحة التى زرعت بالمحصول فى عام ٢٠٠٠ حوالى ٣٠ فدانًا، كانت متناثرة فى مساحات صغيرة حول المدن الكبرى، وكان معظمها من الصنف البلدى، وبلغ متوسط المحصول ٨,٣ أطنان للفدان. هذا بينما يتميز الكرفس بمركز اقتصادى مهم بين محاصيل الخضر فى معظم الدول الغربية.

الوصف النباتى

الكرفس نبات عشبى ذو موسمين للنمو. يستكمل النبات نموه الخضرى فى موسم النمو الأول، ثم يتجه نحو الإزهار فى موسم النمو الثانى. وقد يتم النبات نموه فى العام نفسه، أو بعد انقضاء موسم الشتاء، ويتوقف ذلك على الصنف، والظروف البيئية السائدة.

الجذور

يكون الجذر الأولى جيد التكوين إذا ترك النبات لينمو فى مكان زراعة البذور. ولكن يقطع الجذر الأولى - غالبًا - عند تقليع النباتات لشتلها، وتنمو بدلاً منه أعداد كبيرة من الجذور، يكون أغلبها سطحيًّا فى الـ ١٥ سنتيمترًا السطحية من التربة، بينما يتعمق قليل منها إلى مسافة ٧٥ سم.

الساق والأوراق

تكون ساق الكرفس قصيرة، وتخرج عليها الأوراق متزاحمة فى موسم النمو الأول، ثم تستطيل وتتفرع فى موسم النمو الثانى، حتى يصل ارتفاعها إلى نحو ٦٠-٩٠ سم.

عنق الورقة سميك ولحمى، تظهر عليه من الجهة الخارجية خطوط بارزة. الورقة مركبة من ٢-٣ أزواج من الوريقات، ووريقة طرفية، والوريقات مفصصة، يختلف لون الأوراق من أخضر مائل إلى الأصفر إلى أخضر قاتم حسب الأصناف.

تغطى طبقة البشرة فى أعناق الأوراق بطبقة من الكيوتين. وتوجد الخلايا الكولنشيمية كخيوط منفصلة فى تضليعات العنق، وكذلك كطبقة مستمرة تقع أسفل البشرة بعد طبقتين من الخلايا. والخلايا الكولنشيمية سميكة الجدر، وخاصة عند أركانها. وفى القطاع الطولى تبدو هذه الخلايا طويلة ومدببة ومتشابكة؛ وبذا .. فإنها تجعل العنق مقاومًا للثنى. وتشكل الخلايا البرانشيمية الكبيرة الجزء الأكبر من العنق. أما الحزم الوعائية فإنها توجد فى مجموعتين: واحدة تكون حزمها كبيرة الحجم وتقع قريبًا من الجانب العلوى للعنق، والأخرى قليلة العدد وصغيرة الحجم وتقع بالقرب من الجانب السفلى للعنق (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

الأزهار والتلقيح

تحمل الأزهار فى نورات خيمية، وهى صغيرة بيضاء اللون. تتفتح أزهار النورة الواحدة على مدى عدة أيام، وتتفتح الزهرة فى الصباح الباكر، وتنتثر حبوب اللقاح بعد ذلك بفترة قصيرة، ولكنها قد تنتثر أحيانًا قبل تفتح البتلات. تسقط بتلات الزهرة بعد ظهر اليوم التالى، ويبدأ قلم الزهرة فى الاستطالة فى اليوم الثالث، ولكن لا يكتمل نموه إلا مع مساء اليوم الخامس من تفتح الزهرة. ومن هذا الوقت حتى اليوم الثامن يكون الميسم مغطى بسائل خاص، ومستعدًا لاستقبال حبوب اللقاح. يتضح من ذلك أن الكرفس توجد به ظاهرة الذكورة المبكرة Protandary.

تعتبر أزهار الكرفس جذابة للحشرات الملقحة خاصة النحل. ويجب توفير خلايا النحل فى حقول إنتاج البذور، بحيث لا تقل كثافته عن ١٠ حشرات لكل متر مربع من الحقل. والتلقيح السائد هو الخلطى بالحشرات (McGregor ١٩٧٦). وقد توصل كل من Orton & Arus (١٩٨٤) إلى أن نسبة التلقيح الخلطى تراوحت بين ٤٧، و ٨٧٪، بمتوسط قدره ٧١,٤٪ فى حقول التجارب، بينما تراوحت بين ٣٢,٤ و ٥٣,١ بمتوسط قدره ٤٩,٤٪ فى العشائر الطبيعية. وقد لاحظا ارتباطًا ضعيفًا بين نسبة التلقيح الخلطى وكثافة النمو النباتى.

الثمار والبذور

تعتبر ثمرة الكرفس شيزوكارب Schizocarp، حيث تحتوى على اثنتين من أصناف الثمار Mericarps التى يطلق عليها – مجازًا – اسم البذور، وتحتوى كل منها على بذرة واحدة، وهى – أى أنصاف الثمار – صغيرة بيضاوية مبططة من أحد جانبيها، وتظهر بها خمسة خطوط بارزة من الجانب الآخر، وهو الجانب الخارجى. وتوجد بين الخطوط البارزة قنوات زيتية. وتعتبر "بذرة الكرفس" أصغر بذور الخضر التابعة للعائلة الخيمية، ويتباين لونها بين الرصاصى الفاتح والبنى الفاتح.

الأصناف

تقسيم الأصناف

تختلف أصناف الكرفس فى عديد من الصفات المهمة، منها: لون مقطع عنق الورقة

وحجمه وطوله وشكله. وتقسم الأصناف حسب لون الأوراق إلى خضراء، وصفراء. ويطلق اسم طراز باسكال Pascal Type على جميع أصناف الكرفس الأخضر، ولكن هذا الاسم لا يجوز استعماله - من الوجهة البستانية - إلا مع مجموعة ذات مواصفات خاصة من الأصناف الخضراء. هذا .. ولم تعد الأصناف الصفراء مرغوبة ومطلوبة كسابق عهدها.

وتختلف الأصناف الصفراء عن الخضراء فيما يلي:

١ - أسبق في النضج.

٢ - أقل في قوة النمو.

٣ - أوراقها فاتحة اللون بدرجة أكبر.

٤ - أعناق أوراقها أقل سمكًا.

٥ - أسهل في التبيض، ويكون لونها أصفر فاتحًا بعد التبييض، بالمقارنة باللون الأبيض الذى يظهر عند تبييض الأصناف الخضراء.

٦ - أقل جودة.

٧ - أقل قدرة على التخزين.

٨ - أقل في محتواها من الكاروتين (Ware & McCollum ١٩٨٠).

وتقسم أصناف الكرفس كذلك إلى ثلاث مجاميع كما يلي:

١ - مجموعة يوتاه Utah type:

تتميز بأن رؤوسها أسطوانية الشكل مندمجة، وذات أعناق جذابة كثيرة العدد. ومن أمثلتها .. أصناف تول يوتاه Tall Utah 52-70 R، و Tall Utah Fla. 683، و Tall Utah 52-75، و Tall Utah 52-70 HK وتندر كروب Tendercrop، وكالماريو Calmario.

٢ - المجموعة البطيئة الإزهار Slow Bolting Type:

تتميز أصناف هذه المجموعة بأنها بطيئة الاتجاه نحو الإزهار، وتزرع في المناطق التي توجد بها مشكلة الإزهار المبكر، ومن أمثلتها الصنف سلوبولتنج جرين رقم ٩٦ Slow Bolting Green No. 96.

٣ – مجموعة أصناف التصنيع Processing Type:

من أمثلتها بروسسور ٣٤ Processor 34، جولدن سلف بلانشنج Golden Self Blanching (Sims وآخرون ١٩٧٧).

مواصفات الأصناف الهامة

من أهم أصناف الكرفس المعروفة فى مصر ما يلى:

١ – البلدى:

النبات قوى النمو، ومفترش، أوراقه خضراء قاتمة، وأعناق الأوراق جوفاء، وهو لا يزرع لأجلها، وإنما لأجل أوراقه الخضراء الصغيرة التى تستعمل فى الشوربة، والتخليل. يتميز بأنه مبكر النضج؛ حيث يحصد بعد ثلاثة أشهر من الشتل، ولكنه ردىء الصفات، وسريع الإزهار، ويشبه الكرفس البرى، وتنتشر زراعته فى مصر.

٢ – جاينت باسكال Giant Pascal:

لون الأوراق أخضر قاتم، وأعناقها لحمية سميكة، قليلة الخيوط، مستديرة القطع، وبروزاتها غير واضحة. ممتاز الصفات، ويزرع فى مصر.

٣ – يوتاه Utah:

لون النمو الخضرى أخضر قاتم. لا تتجوف أعناق الأوراق بسرعة عند زيادة النضج. توجد منه عدة سلالات أصبحت أصنافًا قائمة بذاتها، مثل يوتاه ٥٢–٧٠ Utah 52-70.

٤ – جولدن سلف بلانشنج Golden Self Blanching:

لون النمو الخضرى أخضر مائل إلى الأصفر. أعناق الأوراق سميكة ممتلئة وعريضة، وجيدة الطعم.

ومن أصناف الكرفس الهامة الأخرى، ما يلى:

Early Belle

Spartan

Deacon

Utah Tall Green

Profi (شكل ٦–١، يوجد فى آخر الكتاب)

Celebrity

Istar

Green Giant

Claret	Loret
Matador	Florida 683
Blevo (شكل ٦-٢، يوجد فى آخر الكتاب)	Picador

هذا .. وتتوفر أصناف من الكرفس ذات أعناق أوراق وردية اللون، مثل: **Pink** Celery، وأخرى حمراء، مثل: Solid Red.

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف الكرفس .. يراجع Thompson (١٩٣٧) بالنسبة للأصناف التى أدخلت فى الزراعة قبل عام ١٩٣٧، و Minges (١٩٧٢) بالنسبة للأصناف التى أنتجت فيما بين عامى ١٩٣٧، و ١٩٧٢، و Tigchelaar (١٩٨٠، و ١٩٨٦) بالنسبة للأصناف التى أنتجت بعد ذلك، وحتى عام ١٩٨٦، و Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٢).



الفصل السابع

زراعة الكرفس

التربة المناسبة

ينمو الكرفس بصورة جيدة فى الأراضى الطميية الرملية، والطميية السلتية. وتفضل الأولى إذا اعتنى بتسميدها بالأسمدة العضوية. ولا تصلح الأراضى الطينية الثقيلة لزراعة الكرفس. ويعتبر الصرف الجيد ضروريًا لنجاح زراعة الكرفس، ويناسبه pH تربة قريب من التعادل، يبلغ حوالى ٦,٥.

تأثير العوامل الجوية

تحتاج زراعة الكرفس إلى موسم نمو طويل، وبارد نسبيًا. تبلغ درجة الحرارة المثلى لإنبات البذور ١٦°م ليلاً، و ٢١°م نهارًا. ولا تنبت البذور فى درجة حرارة أقل من ٤°م، أو أعلى من ٢٩°م. ويتراوح المجال الحرارى الملائم لنمو النباتات بين ١٨°م و ٢٥°م. يؤدى انخفاض درجة الحرارة إلى ٥-١٠°م، لمدة ١٠ أيام أو أكثر خلال أية مرحلة من النمو إلى اتجاه النباتات نحو الإزهار المبكر Premature Seeding (يراجع الموضوع تحت فسيولوجيا المحصول للتفاصيل). ويؤدى ارتفاع درجة الحرارة - خاصة أثناء النضج - إلى تجوف أعناق الأوراق، واكتسابها طعمًا غير مقبول، وزيادة محتواها من الألياف.

طرق التكاثر والزراعة

يتكاثر الكرفس بالبذور التى تزرع فى المشتل أولاً، تنقل الشتلات إلى الحقل الدائم عندما تبلغ حجمًا مناسبًا للشتل. يحتوى كل جرام واحد من بذور الكرفس على حوالى ٢١٠٠ بذرة، ويلزم نحو ٢٥٠ جم من البذور لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان.

تزرع البذور فى سطور تبعد عن بعضها البعض بمسافة ٢٠-٢٥ سم داخل أحواض صغيرة، مساحتها ١ × ٢م، أو ٢ × ٢ م.

تنبت بذور الكرفس ببطء شديد، وتكون بادراته ضعيفة النمو للغاية فى مبدأ حياتها. ويستغرق الإنبات ١٥ يومًا فى الظروف المناسبة، وتزيد المدة إلى ٢١ يومًا فى الجو البارد.

ولذا .. فإنه من الضرورى أن تعطى عناية خاصة لزراعة المشاتل كما يلى:

١ - تكون زراعة البذور سطحية؛ لأن البذور صغيرة جدًّا، ورهيفة، ولأنها لا تنبت فى الظلام فى حرارة تزيد عن ١٠°م، بينما يمكنها الإنبات فى الضوء أثناء تشربها بالماء فى حرارة تصل إلى ٢١°م.

٢ - تكون الزراعة فى سطور حتى يمكن إجراء عمليات الخدمة بسهولة.

٣ - تغطى البذور بطبقة من الرمل لا يزيد سمكها عن ٣ مم.

٤ - تغطى المشاتل بعد ذلك بالخيش وتروى ريًّا متقاربًا حتى يتم الإنبات. ويجب أن تكون الرطوبة متوفرة باعتدال باستمرار فى الطبقة السطحية من التربة؛ لأن جفافها يؤدى إلى موت البادرات النابتة، كما تؤدى زيادة رطوبتها عما ينبغى إلى إصابة النباتات بالذبول الطرى. ويفيد الخيش فى هذا الشأن خاصة فى الجو الحار، كما أنه يمنع انجراف البذور عند الرى (استينو وآخرون ١٩٦٣).

ومن المعاملات التى تجرى لإسراع إنبات البذور ما يلى:

١ - نقع البذور فى الماء قبل الزراعة:

يكون النقع فى إناء واسع؛ ليسهل تبادل الغازات، مع تركها فى درجة حرارة الغرفة لعدة أيام، أو إلى أن تبدأ البذور فى الإنبات. كما يمكن إجراء عملية التنبيت بين قطعتى قماش، أو خيش مبللتين بالماء، مع مراعاة ترطيبها باستمرار. تنشر البذور بعد ذلك لفترة قصيرة فى مكان جيد التهوية مظلل قبل زراعتها، حتى تفقد رطوبتها السطحية، ثم تزرع مباشرة قبل أن تجف وتتعرض للتلف. ويراعى عند اتباع هذه الطريقة أن تتوقف عملية التنبيت بمجرد بزوغ الجذور، لأن تأخيرها عن ذلك يؤدى - غالبًا - إلى تكسير النموات المتكونة عند الزراعة (Thompson & Kelly ١٩٥٧). هذا .. ولا تجرى عملية التنبيت لبذور الكرفس البلدى فى مصر.

٢ - يفيد تظليل مراقد البذور جزئيًا فى إسراع الإنبات فى الجو الحار.

٣ – نقع البذور فى محلول الجبريلليين٤/٧ (GA 4/7) مع الإثيفون:
تجرى هذه المعاملة على النطاق التجارى، وتفيد فى حالتى الزراعة فى المشتل، أو فى الحقل الدائم مباشرة باستخدام البذور المغلفة (George ١٩٨٥).

تبقى النباتات فى المشاتل لمدة ٦–١٠ أسابيع حسب درجة الحرارة. ويجرى الشتل عندما يصل طول النباتات إلى حوالى ١٢–١٥ سم، وقطر تاجها ٠,٥–١,٠ سم، مع نحو ٦–٨ سم من الجذور. وتروى المشاتل قبل التقليع بعدة ساعات. وتجدر الإشارة إلى أهمية عدم أقلمة الشتلات المنتجة فى البيوت المحمية بتعريضها للحرارة المنخفضة؛ لأن ذلك يؤدى إلى تهيئتها للإزهار. ويفضل إجراء الأقلمة بتقليل الرى خلال الأيام العشرة الأخيرة السابقة للشتل.

ويفضل – إن توفرت الإمكانيات – أن تزرع بذور الكرفس كثيفة – نوعًا ما – فى أحواض بلاستيكية، على أن تفرد بعد شهر من الزراعة فى أحواض أخرى، على مسافات أوسع. وعادة ما ينتج كل حوض من الأحواض التى تزرع فيها البذور شتلات تكفى نحو ٢٠ حوضًا من التى تفرد فيها البادرات. وتبقى النباتات فى الأحواض الأخيرة لنحو شهر آخر قبل شتلها فى الحقل الدائم.

ويجب ألا تقل درجة الحرارة أثناء إنتاج الشتلات عن ١٦°م، وألا تزيد عن ٢٧°م.

وقد درس Zink & Knott (١٩٦٤) تأثير حجم الشتلة، وتقليم النموات الخضرية والجذرية على نجاح عملية الشتل، وسرعة نمو النباتات، والمحصول، قسم الباحثان الشتلات إلى: صغيرة (تراوح وزنها الطرى بين ٢ و ٤ جم، ومتوسطة: ٧–١٢ جم، وكبيرة: ١٥–٢٠ جم، وكبيرة جدًّا: ٣٠–٤٠ جم، وقلما النموات الخضرية إما تقليمًا جائرًا (بتقصيرها من ١٨ أو ٢٠ سم إلى ٥ سم)، وإما تقليمًا متوسطًا (إلى ١٠ سم)، أو قليلاً (إلى ١٥ سم)، كما قلما النموات الجذرية إما تقليمًا جائرًا (بتقصيرها من أكثر من ١٤ سم إلى ٣ سم) أو متوسطًا (إلى ٦ سم)، أو قليلاً (إلى ١٢ سم). وقد توصلا من دراستهما إلى النتائج التالية:

١ – لم يؤثر حجم الشتلة تأثيرًا جوهريًا على مدى نجاح عملية الشتل.

٢ – استعادت الشتلات المتوسطة، والكبيرة الحجم نموها بعد الشتل بسرعة أكبر من الشتلات الصغيرة الحجم.

٣ – ازداد وزن النباتات عند الحصاد بزيادة حجم الشتلة المستعملة.

٤ – لم تؤثر معاملات التقليم على مدى نجاح عملية الشتل.

٥ – استعادت النباتات التى قُلمت – تقليمًا قليلاً – نموها بعد الشتل بسرعة أكبر من بقية معاملات التقليم.

٦ – أدت جميع معاملات التقليم – سواء أكانت للجذور، أم للأوراق – إلى نقص النمو النباتى بعد الشتل، وتناسب مقدار النقص مع شدة التقليم. ولم تكن لعملية التقليم أية فائدة.

الزراعة فى الحقل الدائم

يشتل الكرفس يدويًا على خطوط بعرض ٦٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٢ خطًّا فى القصبتين)، ويكون الشتل على جانب واحد من الخط، وعلى مسافة ٢٠–٢٥ سم بين النباتات وبعضها البعض. يراعى أن يكون اتجاه الخطوط من الشرق إلى الغرب، وأن تكون الزراعة على الجانب الشمالى. ويلاحظ أن زيادة مسافة الزراعة تؤدى إلى نقص المحصول، وزيادة عدد الخلفات فى الأصناف التى تميل بطبيعتها إلى إنتاج خلفات بكثرة. وقد يشتل الكرفس آليًّا.

ويلزم لنجاح الشتل مراعاة ما يلى:

١ – أن يجرى فى جو معتدل رطب قدر المستطاع.

٢ – أن يجرى الشتل اليدوى فى وجود الماء، مع رى الأرض الشديدة الجفاف قبل الزراعة بنحو ٣–٤ أيام.

٣ – أن يروى الحقل عقب الشتل الآلى مباشرة.

٤ – أن يكون على العمق المناسب، مع مراعاة ألا تغطى القمة النامية بالتربة، وضغط التربة جيدًا حول الجذور.

٥ – المحافظة على بقاء الطبقة السطحية للتربة رطبة لمدة أسبوعين بعد الشتل بإجراء الرى على فترات متقاربة.

وقد تزرع البذور فى الحقل الدائم مباشرة باستخدام بذور مستنبتة، ومعلقة فى سائل جيلاتينى يحتوى على مسحوق من مركب الألجينيت alginate مع ٠,٥ جم سترات

كالسيوم. يُسحب المركبان معًا فى تيار من الماء، ويصبح السائل الناتج جيلاتينيًّا خفيف القوام بعد نحو ساعة واحدة فى درجة حرارة الغرفة. تضاف البذور إلى هذا السائل، وتقلب بلطف قبل الزراعة بنحو ٢-٣ ساعات (Biddington وآخرون ١٩٧٥).

كما قد تستعمل البذور المغلفة Pelleted seeds على الأبعاد المرغوبة فى الحقل الدائم مباشرة. تزرع البذور - عادة - على مسافة ٥ سم من بعضها البعض، على عمق ٠,٥-١.٠ سم، ويحافظ على التربة رطبة لمدة ١٢-٢٥ يومًا حتى يتم الإنبات. وتخفف النباتات على المسافة المرغوبة عندما تصل إلى مرحلة نمو الورقة الرابعة إلى السادسة (Sims وآخرون ١٩٧٧).

مواعيد الزراعة

يزرع الكرفس فى مصر فى عروتين كما يلى:

١ - العروة الخريفية:

تزرع البذور فى شهرى يوليو وأغسطس، ويتم الشتل بعد نحو شهر ونصف من الزراعة، ويكون الحصاد خلال يناير وفبراير ومارس، وتعتبر تلك أنسب العروات لزراعة الكرفس؛ لأن النباتات لا تتعرض للحرارة المنخفضة وهى صغيرة؛ فلا تتهيأ للإزهار المبكر، ولا تتعرض للحرارة المرتفعة وهى كبيرة؛ فلا تسوء صفاتها.

٢ - العروة الصيفية:

تزرع فى شهرى يناير وفبراير، ويتم الشتل فى شهرى مارس وأبريل. ولا يزرع الكرفس البلدى فى هذه العروة إلا فى المناطق الساحلية فقط لاعتدال الجو بها.

عمليات الخدمة

الترقيع

تجرى عملية الترقيع للجور الغائبة بعد أسبوعين من الشتل، باستعمال نباتات من نفس العمر سبقت زراعتها على القنى، والبتون.

العزق ومكافحة الأعشاب الضارة

يلزم إعطاء عناية كبيرة لعملية مكافحة الأعشاب الضارة؛ نظرًا لأن نباتات الكرفس

بطيئة النمو، ولا يمكنها منافسة الحشائش. تعزق حقول الكرفس مرتين إلى ثلاث مرات؛ بغرض مكافحة الحشائش، ونقل التربة من جانب الخط غير المزروع (الريشة البطالة) إلى الجانب المزروع (الريشة العمالة)، حتى تصبح النباتات فى منتصف الخط. ويجب أن يكون العزيق سطحيًا، خاصة بالقرب من النباتات؛ نظرًا لوجود معظم جذور الكرفس فى الطبقة السطحية من التربة. ويتوقف العزيق عند كبر النباتات فى الحجم؛ حيث تقلع الحشائش بعد ذلك باليد.

ويمكن استخدام عدد كبير من مبيدات الحشائش فى حقول الكرفس، منها ما يلى:

أ – المبيد CDBC (فجادس Vegadex) عند الزراعة، أو قبل الإنبات بمعدل ٢–٣ كجم للفدان.

ب – المبيد CDAA (راندوكس Randox، و تينوران Tenoran، وغيرهما) بعد الإنبات بمعدل كيلو جرام واحد للفدان.

جـ – لينورون (Linuron (لوركس Lorox) بعد الشتل، بمعدل ٠,٥–٠,٧٥ كجم للفدان.

د – نيتروفين Nitrofen (توك TOK) بعد الإنبات أو بعد الشتل بفترة وجيزة، بمعدل ١,٥–٣,٠ كجم للفدان.

هـ – ترفليورالين Trifluralin (ترفلان Treflan) قبل الزراعة بمعدل ٠,٢٥–٠,٥ كجم للفدان. (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

الرى

يتاثر نبات الكرفس بشدة بنقص الرطوبة، نظرًا لأن جذوره سطحية؛ لذا .. تجب العناية بالرى على فترات متقاربة فى بداية حياة النبات؛ لتشجيع تكوين مجموع جذرى كثيف، مع توفير الرطوبة بالقدر المناسب بعد ذلك؛ لتشجيع استمرار النمو النباتي. ويؤدى نقص الرطوبة إلى ضعف النباتات وتقزمها، وتليف أعناق الأوراق، ورداءة صفاتها.

وتزداد الحاجة إلى الرى فى الأسابيع الستة الأخيرة السابقة للحصاد؛ لأن النباتات

تكون فى أوج نموها الخضرى، خاصة إذا سادت الجو حرارة مرتفعة نسبيًا. ويؤدى نقص الرطوبة الأرضية فى هذه المرحلة إلى إصابة النباتات بمرض القلب الأسود الفسيولوجى. كما تؤدى الرطوبة الأرضية كذلك إلى ضعف النباتات، واصفرارها، ورداءة طعمها.

هذا .. ولا يجوز رى الكرفس بطريقة الرش خلال المراحل الأخيرة من النمو النباتى؛ لأن ذلك يزيد من أخطار الإصابة بالندوة المتأخرة.

التسميد

يعتبر الكرفس من محاصيل الخضر المجهدة للتربة؛ نظرًا لأنه يستنفد كميات كبيرة من العناصر الغذائية، ولا يضيف إليها سوى القليل من المادة العضوية.

التعرف على الحاجة للتسميد من تحليل النبات

يمكن التعرف على حاجة النباتات إلى التسميد من تحليل أعناق الأوراق التى اكتمل نموها - حديثًا - حيث تكون مستويات النقص والكفاية من العناصر الغذائية الرئيسية على النحو التالى:

موعد أخذ العينات	العنصر	مستوى النقص	مستوى الكفاية
منتصف موسم النمو	نيتروجين نتراتى (جزء فى المليون)	٥٠٠	٧٠٠٠
	فوسفور (PO_4 بالجزء فى المليون)	٢٥٠٠	٣٠٠٠
	بوتاسيوم (٪)	٤	٧
قرب النضج	نيتروجين نتراتى (جزء فى المليون)	٤٠٠٠	٦٠٠٠
	فوسفور (PO_4 بالجزء فى المليون)	٢٠٠٠	٣٠٠٠
	بوتاسيوم (٪)	٣	٥

تستجيب النباتات للتسميد عندما يكون تركيز العناصر بين مستويات النقص والكفاية. وتدل التركيزات الأعلى من ذلك على أن النباتات ليست بحاجة إلى تسميد، بينما تدل التركيزات الأقل من ذلك على أن النباتات قد تعرضت بالفعل لنقص العناصر (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

ويقدر محتوى العناصر المناسب للكرفس (على أساس الوزن الجاف) بعد نحو ستة أسابيع من الشتل، وعند اكتمال النمو للحصاد، كما يلي (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩):

العنصر	بعد الشتل بستة أسابيع	عند اكتمال النمو للحصاد
النيتروجين (٪)	١,٥-١,٧	١,٥-١,٧
الفوسفور (٪)	٠,٣-٠,٦	٠,٣-٠,٦
البوتاسيوم (٪)	٦,٠-٨.٠	٥,٠-٧,٠
الكالسيوم (٪)	١.٣-٢,٠	١,٣-٢,٠
المغنيسيوم (٪)	٠,٣-٠,٦	٠,٣-٠,٦
الحديد (جزء فى المليون)	٢٠-٣٠	٢٠-٣٠
المنجنيز (جزء فى المليون)	٥-١٠	٥-١٠
الزنك (جزء فى المليون)	٢٠-٤٠	٢٠-٤٠
البورون (جزء فى المليون)	١٥-٢٥	٢٠-٤٠
النحاس (جزء فى المليون)	٤-٦	١-٣

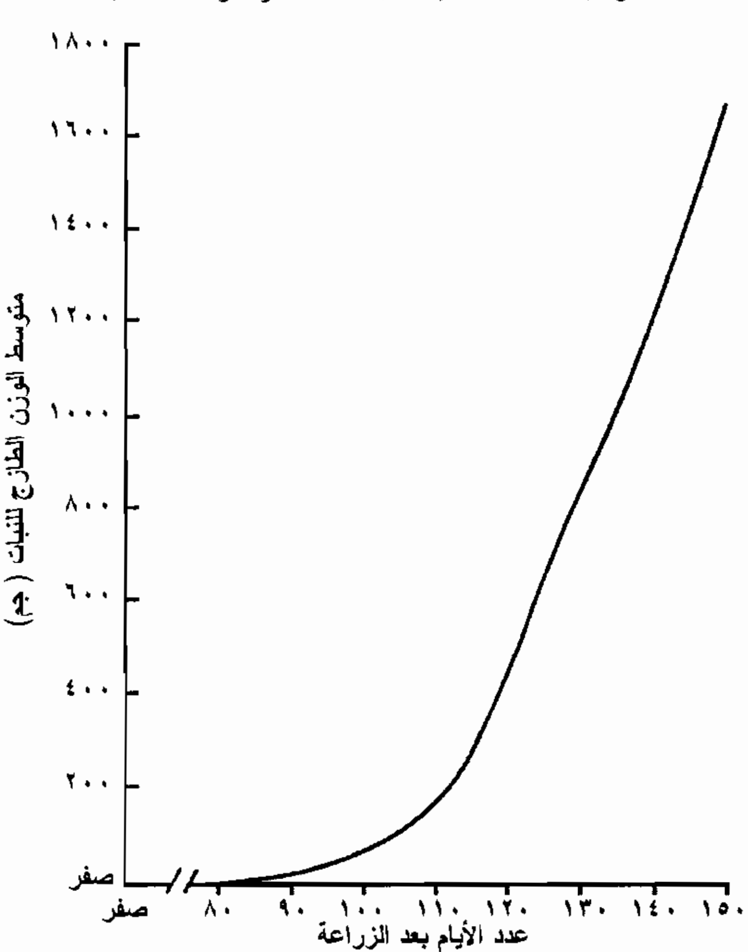
الاحتياجات السمادية

قدرت الاحتياجات السمادية للكرفس بين ٥٠ و ٢٢٠ كجم نيتروجينًا، و ٦٠ و ١٥٠ كجم P_2O_5، و ٥٠ و ٢٥٠ كجم K_2O للفدان فى مختلف أنواع الأراضى.

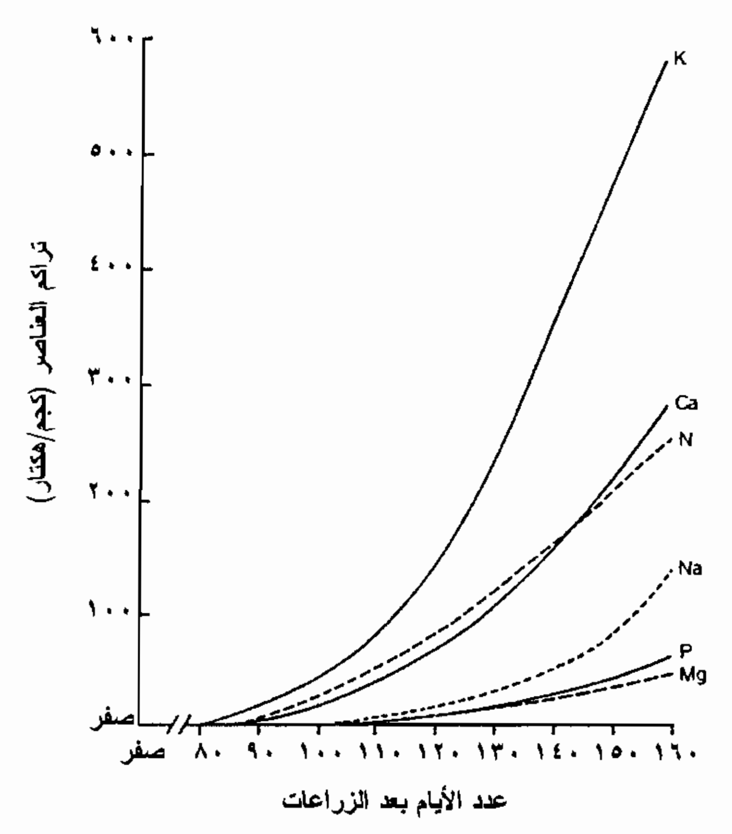
تمتص نباتات الكرفس نحو ١٠٠ كجم من النيتروجين، و ٥٠ كجم من الفوسفور، و ٢١٥ كجم من البوتاسيوم/فدان. وتصل معظم هذه الكميات إلى النموات الخضرية التى تزال نهائيًا من الحقل، ولا تحصل الجذور إلا على نحو ١٢ كجم، و ٧ كجم، و ٢٧ كجم/فدان من العناصر الثلاثة على التوالى. ويكون معظم الامتصاص خلال الأسابيع الأربعة الأخيرة السابقة للحصاد.

وقد قدرت نسبة العناصر التى امتصتها نباتات الكرفس (فى الأجزاء النباتية التى تم حصادها) من تلك التى سمدت بها النباتات بنحو ٤٩,٣٪ من النيتروجين، و ٤٧,٠٪ من الفوسفور، و ٤٩,٥٪ من البوتاسيوم، وكان محصول الكرفس ٤٥,١ طنًا للهكتار (١٨,٩ طنًا للفدان)، بينما كانت ٤٥,٣٪ من المادة الجافة المنتجة فى الجزء الاقتصادى من المحصول.

يبلغ الإنتاج الكلى من النمو النباتى (الطازج للكرفس حوالى ١٥٠ طنًا للهكتار (أو حوالى ٦٣ طنًا للفدان)، ولذا .. فهو يعد واحدًا من أكثر الخضر احتياجًا للتسميد، هذا .. إلاّ أن النمو يبدأ بطيئًا للغاية ويكون قليلاً جدًّا خلال الشهر الأول بعد الشتل، ثم يزداد معدل النمو قليلاً حتى حوالى منتصف الشهر الثالث بعد الشتل، وبعد ذلك يزداد معدل النمو بدرجة كبيرة جدًّا خلال الشهر الأخير من النمو (شكل ٧-١). ولذا .. فإن تسميد الكرفس يجب أن يتناسب مع معدل النمو النباتى علمًا بأن معدل تراكم مختلف العناصر يزداد فى النبات بشدة خلال الأسابيع الخمسة أو الستة الأخيرة التى تسبق الحصاد مباشرة (شكل ٧-٢) (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).



شكل (٧-١): منحنى الوزن الطازج (المتراكم) لنباتات الكرفس مع عدد الأيام بعد الزراعة.



شكل (٧-٢): منحنى الكميات الممتصة المتراكمة من مختلف العناصر بواسطة نباتات الكرفس مع عدد الأيام بعد الزراعة.

وعلى الرغم من احتياج الكرفس لكميات كبيرة من العناصر لإكمال نموه فإن النبات يعد من أقل محاصيل الخضر استفادة من الأسمدة المضافة – وخاصة النيتروجين – لعدة أسباب، منها: البطء الشديد للنمو النباتى خلال النصف الأول من حياة النبات، وكثرة حاجة الكرفس للرى وما يعنيه ذلك من زيادة فقد بعض العناصر السمادية بالرشح. ومن بين الأسباب التى تحفز منتجى الكرفس على زيادة معدلات تسميده سطحية نموه الجذرى؛ مما يجعل النبات غير قادر على الاستفادة من العناصر التى قد تتوفر تحت الطبقة السطحية من التربة.

ويستجيب الكرفس للتسميد العضوى والآزوتى بصورة جيدة. ويعد الكرفس من المحاصيل ذات الاحتياجات العالية من عنصرى: البورون، والمغنيسيوم، وتظهر أعراض

نقصهما بوضوح. هذا .. إلا أن المحصول النسبى للكرفس انخفض بنسبة ٣,٢٪ مع كل زيادة فى المحلول الأرضى مقدارها ملليجرام واحد من البورن/لتر عن ٩,٨ ملليجرام/لتر. كذلك أدت زيادة التركيز عن ١٠ ملليجرام/لتر إلى مرارة طعم الرؤوس وعدم صلاحيتها للتسويق (Francois ١٩٨٨).

وقد ذكر عن الكرفس (Thompson & Kelly ١٩٥٧) أنه استجاب لإضافة ملح الطعام العادى بمعدل حوالى ٢٥٠–٥٠٠ كجم للفدان فى أراضى المك Muck (أراض عضوية) بولاية ميتشيجان الأمريكية.

برنامج التسميد

تسمد حقول الكرفس فى الأراضى السوداء بنحو ٢٠–٣٠م[٣] من السماد العضوى القديم المتحلل للفدان، تضاف أثناء إعداد الأرض للزراعة، ويضاف معها حوالى ١٠٠ كجم من سماد سلفات النشادر (حوالى ١٠ كجم N)، و ٣٠٠ كجم من سوبر فوسفات الكالسيوم العادى (حوالى ٤٥ كجم P_2O_5)، و ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم (حوالى ٢٥ كجم K_2O).

ويكون تسميد الكرفس بالنيتروجين "تكبيشًا" – بعد الشتل – بكميات صغيرة متتالية من العنصر؛ فيضاف حوالى ١٨–٣٥ كجم N للفدان بعد حوالى ٤ أسابيع من الشتل، ثم حوالى ١٣–١٥ كجم N فى كل مرة تسميد بعد ذلك حتى إكمال إضافة حوالى ١٠٠ كجم N للفدان. ويراعى عدم زيادة كميات النيتروجين المضافة فى كل مرة تسميد عن تلك الحدود إذا إن كثرة توفر النيتروجين فى أى مرحلة من النمو قد تؤدى إلى تشقق أعناق الأوراق وتجوفها.

كذلك يضاف البوتاسيوم – بعد الشتل – بمعدل حوالى ٧٥ كجم K_2O للفدان (حوالى ١٥٠ كجم سماد سلفات بوتاسيوم)، وتكون إضافته بنسبة ٧٥٪ من معدلات إضافة النيتروجين، وفى المواعيد ذاتها التى يسمد فيها بالنيتروجين.

أما الفوسفور .. فيكتفى منه بالتسميد السابق للزراعة.

وأما فى الأراضى الرملية .. فإن كميات جميع أنواع الأسمدة المستعملة تجب زيادتها بنسبة ٢٠٪، مع توزيع إضافتها حسب البرنامج الموصى به فى الأراضى السوداء، ولكن

مع بدء برنامج التسميد فى الحقل الدائم فى الأسبوع الثانى بعد الشتل واستمراره بمعدل ٢-٣ مرات أسبوعيًّا حتى الأسبوع السابق للحصاد.

وتسمد النباتات بالعناصر الهامة الأخرى، كما يلى:

١ - الكالسيوم:

ترش النباتات ابتداء من الأسبوع الخامس، ثم أسبوعيًّا بعد ذلك بمحلول من نترات الكالسيوم، أو كلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٠٥-٠,٢٥ مولار، بمعدل ٦٠٠ لتر للفدان مع توجيه محلول الرش نحو قلب النبات مباشرة. هذا .. ويؤدى نقص الكالسيوم إلى إصابة النباتات بمرض فسيولوجى، يسمى القلب الأسود.

٢ - المغنيسيوم:

ترش النباتات بكبريتات المغنيسيوم بمعدل ٦,٢٥ كجم فى ١٠٠ لتر ماء للفدان، ويكرر الرش كل ٢-٤ أسابيع كلما دعت الضرورة لذلك (Yamaguchi وآخرون ١٩٦٠).

٣ - البورون:

تسمد النباتات بالبوراكس عن طريق التربة، إما فى صورة جافة بمعدل ١٠-١٢ كجم للفدان، وإما مذابا فى الماء بمعدل ٥ كجم للفدان، مع إضافة المحلول السمادى فى الحالة الأخيرة بالقرب من قاعدة النبات.

ويفضل دائمًا رش النباتات بأسمدة العناصر الدقيقة بمعدل ٣ مرات خلال موسم النمو، أو إضافتها بالمعدل ذاته مع مياه الرى بالرش أو بالتنقيط، على أن تكون إضافتها - فى هذه الحالة - فى الصورة المخلبية.

التبييض

تجرى عملية تبييض الكرفس بواسطة حجب الضوء عن قاعدة النبات وأعناق الأوراق؛ مما يؤدى بها إلى أن تفقد لونها الأخضر، وتكتسب لونًا أبيض فى الأصناف الخضراء، ولونًا أبيض مائلاً إلى الصفرة فى الأصناف ذات الأوراق الخضراء المائلة إلى الصفرة.

ولم تعد عملية التبييض شائعة كما كانت عليه الحال فى الماضى؛ لعزوف المستهلكين

عن الرؤوس البيضاء، لأنها أقل احتواءً على الكاروتين، وأقل نوعية من الكرفس الأخضر الطبيعي.

وتجرى عملية التبييض بعدة طرق كما يلي:

أ – ضم أوراق النبات وربطها من أعلى بالرافيا قبل الحصاد بنحو ثلاثة أسابيع، وتزال الأوراق الخارجية الخضراء بعد الحصاد. وتعتبر تلك الطريقة أفضل وأكثر الطرق شيوعًا لتبييض الكرفس.

ب – ترديم التربة حول النباتات بصورة تدريجية كلما كبرت في الحجم، مع مراعاة عدم تغطية القمة النامية. وهي تعتبر أرخص الطرق، ويمكن أن تجرى يدويًا، أو آليًا.

جـ – تغطية قاعدة النباتات من الجنابين بنوع من الورق بعرض ٢٥–٣٠ سم، ويباع في لفائف كبيرة. تستخدم كل اثنتين منها في وقت واحد على جانبي خط النباتات وبالقرب منها. ويثبت الورق في مكانه بواسطة سلك على شكل حرف U مقلوبة، ويكون جانية بطول ٤٥ سم، ويغرز في التربة إلى عمق ١٥–٢٠ سم، وهي طريقة مكلفة.

د – تثبيت ألواح خشبية في خطين متوازيين على جانبي النباتات في خط الزراعة. وهي طريقة مكلفة أيضًا.

هـ – التبييض بغاز الإثيلين في المخازن بعد الحصاد (تراجع الطريقة تحت موضوع التداول والتخزين).

المعاملة بالجبريللين

تعامل حقول الكرفس بحامض الجبريلليك لأجل إسراع وصول النباتات إلى مرحلة النمو المناسبة للحصاد، وزيادة طول النبات، وكذلك طول أعناق الأوراق بمقدار ٣–٧ سم، وزيادة المحصول، وللتغلب على حالات الشدِّ البيئي التي قد تنتج عن التعرض للملوحة العالية أو شدة انخفاض درجة الحرارة. وتكون المعاملة أكثر فاعلية في الظروف البيئية غير المناسبة للنمو.

يكون الرش بتركيز ٢٥–٥٠ جزءًا في المليون. وبينما يستعمل التركيز المنخفض كل

٣-٤ أسابيع، فإن التركيز المرتفع يستعمل قبل الحصاد بأسبوع واحد إلى أسبوعين (عن Read ١٩٨٢).

وقد أدت معاملة الكرفس بحامض الجبريلليك - فى وجود تسميد آزوتى جيد إلى زيادة المحصول بنسبة وصلت إلى ٩٧٪ تحت ظروف الصوب الزجاجية، وحتى ٣٣٪ تحت ظروف الحقل، وكانت الزيادة أكبر عند المعاملة بتركيز ٢٥ جزءًا فى المليون مقارنة بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون. كما أدى التركيز المرتفع تحت ظروف الحقل إلى خفض الوزن الجاف بنسبة وصلت إلى ٢٣.٢٪ مقارنة بالوزن الجاف لنباتات الكنترول؛ مما جعل النباتات أكثر غضاضة وأقل صلاحية للتخزين. ومن السلبيات الأخرى التى لوحظت لمعاملة حامض الجبريلليك أنها أدت إلى زيادة محتوى النباتات من النترات، خاصة عندما استعملت نترات الأمونيوم - مقارنة بسلفات الأمونيوم - فى التسميد ووصلت الزيادة فى النترات - مقارنة بالكنترول - عندما كانت المعاملة بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون - إلى ٢٠٠٪ تحت ظروف الصوبة، وإلى ٦٠٪ تحت ظروف الحقل (Paspatis ١٩٩٥).

ويجب عدم التبكير برش الجبريللين عن الشهر السابق للحصاد، وإلاّ فإن المعاملة قد تجعل النباتات تتجه نحو الإزهار. وتجرى المعاملة - عادة - قبل الموعد المتوقع للحصاد بنحو أسبوع واحد إلى أربعة أسابيع.

وجدير بالذكر أن الزيادة التى تحدثها معاملة الجبريللين فى طول النبات تكون من خلال زيادتها لحجم الخلايا وليس لأى زيادة فى أعدادها (عن Weaver ١٩٧٢).

الفصل الثامن

فسيولوجيا الكرفس

سكون البذور وإنباتها

انخفاض نسبة إنبات البذور

تنخفض نسبة الإنبات في بذور الكرفس – عادة – عن كثير من الخضر الأخرى. ويرجع ذلك إلى الأسباب التالية:

١ – وجود بذور طبيعية المظهر. ولكنها خالية من الأجنة بسبب تغذية حشرة الليجس Lygus bug على الأجنة أثناء تكوينها. كما توجد أدلة على أن الحشرة تفرز مواد سامة للجنين أثناء تغذيتها.

٢ – فشل أجنة بعض البذور في أن تنمو بصورة كاملة.

٣ – مرور بذور الكرفس بحالة سكون، يتأثر خلالها الإنبات بكل من الضوء ودرجة الحرارة.

فمثلاً .. وجد أن المجال الحرري الملائم لإنبات بذور خمسة أصناف من الكرفس في الضوء تتراوح بين ١٠ و ١٥°م، بينما تراوحت درجة الحرارة العظمى للإنبات بين ٢٠ و ٣٠°م. وأدى تبادل درجات الحرارة فيما بين ١٢°–١٥°م ليلاً، و ٢٢°–٢٥°م نهارًا إلى زيادة نسبة الإنبات إلى ٨٠٪ على الأقل.

ويقل إنبات بذور الكرفس حتى في درجات الحرارة المتوسطة الارتفاع مثل ٢٥°م، بينما يكون الإنبات جيدًا في حرارة ثابتة مقدارها ١٥°م أو في حرارة متغيرة مقدارها ٢٥°م نهارًا مع ١٥°م ليلاً. ويؤدي تعريض البذور للضوء أثناء استنباتها على ٢٥°م إلى زيادة نسبة الإنبات بقدر يتوقف على الصنف. وتؤدي معاملة النقع في المحاليل ذات الضغط الأسموزي المرتفع إلى إسراع إنبات البذور (Pérez-Garcia وآخرون ١٩٩٥).

ويتأثر إنبات بذور الكرفس بموقعها الذي كانت عليه في نورة النبات الأم الذي أنتج

البذور. وقد وجد أن البذور التى كانت تُحمل على النورات الأولية أو الثانوية كانت عند استنباتها أقل سكونًا وأعلى فى نسبة إنباتها مقارنة بتلك التى كانت تُحمل على نورات المستويين الثالث أو الرابع (Pressman ١٩٩٧).

تأثير الضوء فى الإنبات وعلاقة ذلك بدرجة الحرارة

يمكن لبذور الكرفس أن تنبت فى الظلام إن كان استنباتها فى حرارة منخفضة تتراوح بين ١٠، و ١٥°م. أما فى حرارة ٢٠-٢٥°م فإن البذور تبقى ساكنة فى الظلام وتتطلب التعرض للضوء لكى تنبت، ولكن لا يفيد التعريض للضوء إن كان الاستنبات فى حرارة ٣٠°م أو أعلى من ذلك.

ولقد وجد أن الضوء الأحمر هو الذى يحفز الإنبات فى البذور التى سبق تشربها بالماء وهى فى الظلام، كما وجد أن هذا التأثير للضوء الأحمر يزول إذا أعقبه تعرض البذور للأشعة تحت الحمراء؛ مما يعنى أن تلك النوعية من الاستجابة للضوء تتم من خلال صبغات الفيتوكروم.

وإلى جانب تأثر الحاجة إلى الضوء بدرجة الحرارة، فإن تلك الحاجة تختلف باختلاف الأصناف؛ فقد أنبتت بذور خمسة أصناف من الكرفس - بنسب متفاوتة - فى الظلام فى حرارة ١٥°م. ولم يحدث إنبات فى صنفين فقط - فى الظلام - مع حرارة ١٨°م، بينما فشلت بذور الأصناف الخمسة فى الظلام فى حرارة ٢٢°م. وعلى العكس من ذلك .. فقد أنبتت بذور جميع الأصناف بصورة طبيعية فى حرارة ٢٢°م فى الضوء. وكان الصنف لاثوم بلانشنج Lathom Blanching أكثرها تأثرًا بالظلام والحرارة المرتفعة، بينما كان الصنف فلورايدا ٦٨٣ Florida 683 أقلها تأثرًا.

وقد اقترح أن الضوء - من خلال الفيتوكروم - يحفز تمثيل الجبريللينات الضرورية لإنبات البذور. ومما يؤكد دور الجبريللين فى هذا الشأن أن تأثير الضوء المحفز للإنبات يمكن الحد منه بالمعاملة بمثبطات تمثيل الجبريللينات (Pressman ١٩٩٧).

دور المعاملات الهرمونية فى التخلص من الاحتياجات الضوئية

يمكن التخلص من الحاجة إلى التعرض للضوء بغمر البذور وهى على ٥°م فى مخلوط

من الجبريللين GA_4، و GA_7، بالإضافة إلى الإثيفون، أو بنقعها فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ (Osmotic priming) باستعمال البوليثيلين جليكول على ١٥ْم فى الضوء. ويبدو أن الضوء يحفز إنتاج الجبريللينات الضرورية للإنبات، وكلما ارتفعت درجة الحرارة كلما ازدادت الحاجة إلى الإضاءة.

وتتوقف استجابة بذور الكرفس للضوء والمعاملات الكيميائية - إلى حد كبير - على درجة الحرارة. ففى الحرارة المنخفضة يمكن أن يحدث الإنبات دونما احتياج للضوء. ويمكن أن تُحدث معاملة البذور بالبرودة على ١ْم تغيرات جزئية فى التوازن الهرمونى بها يخلصها من السكون الظلامى. وتلعب كل من الجبريللينات والسيتوكينينات دورًا فى هذا الشأن.

ويتحقق ذلك التوازن الهرمونى اللازم للإنبات - فى الظلام - بمعاملة البذور بخليط من الجبريللينات GA_4، و GA_7، وتزيد بعض السيتوكينينات - مثل الكينتين Kinetin، وبنزيل أدنين benzyladenine - تزيد من فاعلية الجبريللين (Ryder ١٩٧٩).

وتأكيدًا لذلك، وجد أن تأثير الجبريللين فى التخلص من السكون يزداد عندما تضم المعاملة - كذلك - السيتوكينينات (مثل البنزيل أدنين) أو أحد المبيدين الفطريين daminozide، و benzimidazole. وقد اختلفت أصناف الكرفس فى مدى استجابتها لتلك المعاملات، وبدا أن بذور الأصناف التى استجابت لتركيزات منخفضة من الـ GA_{4+7} احتوت على قدر أقل من مثبطات الإنبات الطبيعية عن تلك التى احتاجت لتركيزات عالية من الـ GA_{4+7} أو السيتوكينين أو مخلوط منهما. وأوضحت الدراسات احتواء بذور الكرفس الحديثة الحصاد على مثبطات طبيعية أمكن التخلص منها سريعًا بالغسيل بالماء؛ مما يدل على وجود تلك المثبطات فى الطبقات الخارجية من البذرة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد تبين أن معاملة البذور بالجبريللين تحفز تحلل الإندوسبرم. وبينما لا تلعب السيتوكينينات هذا الدور، فإنها ربما تحفز نشاط الإنبات فى البذور المعاملة بالجبريللينات، وربما تحفز دخول الجبريللينات فى البذور من خلال تأثيرها على قصرة البذرة.

وجدير بالذكر أن أصناف الكرفس الحولى لا تدخل بذورها فى سكون حرارى، كما أنها تحتوى بطبيعتها على تركيزات عالية من الجبريللين (عن Pressman ١٩٩٧).

دور معاملات تهيئة البذور للإنبات فى تحسين الإنبات

تجرى معاملات تهيئة البذور للإنبات إما بنقعها فى محاليل ذات ضغط أسموزى عالٍ osmotic seed priming، وإما بكمرها فى بيئة صلبة رطبة solid matrix priming.

أولاً: معاملة النقع فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى العالى

تجرى معاملة النقع فى المحاليل ذات الضغط الأسموزى العالى osmotic seed priming – عادة – باستعمال محاليل من البوليثيلين جليكول، أو K_3PO_4، أو KNO_3 تكون ذات ضغط أسموزى يتراوح بين -١٠، و -١٢ ضغط جوى تنقع فيها البذور لمدة ١-٣ أسابيع على ١٠-١٥°م. ويؤدى تشرب البذور الجزئى بالماء إلى بدء عملية الإنبات، إلاّ أن استمرار التشرب بالماء – الضرورى لاستكمال الإنبات – يتوقف بسبب الضغط الأسموزى العالى.

وقد أدى نقع بذور الكرفس فى مخلوط من KNO_3، و K_3PO_4 بتركيز -١ ميجا باسكال إلى تحسين الإنبات وتجانسه جوهريًا، وكان هذا المخلوط أكثر كفاءة من البوليثيلين جليكول. هذا إلاّ أن دراسات أخرى أظهرت أن نقع البذور فى البوليثيلين جليكول أسرع الإنبات ونسبته، وأدى إلى ارتفاع الحد الأقصى لدرجة الحرارة التى يمكن أن يحدث عندها الإنبات، وازدادت كفاءة معاملة البوليثيلين جليكول عندما أضيف إليه الـ GA_{4+7} والإثيفون. هذا وتؤدى معاملة البذور بالبوليثيلين جليكول إلى زيادة الجنين فى الحجم بانقسام الخلايا فقط، بينما تحدث تلك الزيادة فى حجم الجنين – عند نقع البذور فى الماء – من خلال كلاً من الانقسام الخلوى والزيادة فى أحجام الخلايا.

ولقد وجد أن مستخلصات البذور التى عوملت بالبوليثيلين جليكول كان لها تأثير منشط يماثل تأثير الجلوكوسيدات السيتوكينينية cytokinin glucosides (Pressman ١٩٩٧).

ثانيًا: معاملة الكمر في البيئات الصلبة الرطبة

أفادت معاملة بذور الكرفس بالكمر فى بيئة صلبة (وهى المعاملة التى تعرف باسم solid matrix priming) – استعمل فيها طين جيرى calcinated clay – أفادت فى تحسين الإنبات على حرارة ٣٠°م من ٢٪ (فى الكنترول) إلى أكثر من ٨٠٪، علمًا بأن الترطيب إجرى باستعمال ٣ مل من هيبوكلوريت الصوديوم أو الماء مع ١٠ جم من البيئة الصلبة على ١٥°م لمدة تزيد عن ١٠ أيام (Parera وآخرون ١٩٩٣).

السكون الحرارى

يؤدى تعرض البذور لحرارة ٣٥°م أثناء تشربها بالماء إلى دخولها فى حالة سكون حرارى لا يمكنها التخلص منه حتى بعد نقلها إلى حرارة ٢٠°م فى الضوء. وبينما يفيد الضوء فى تحفيز إنبات البذور المستنبتة على ٢٠–٢٥°م، ولا يجدى عند استنبات البذور على ٣٠°م، فإنه يزيد من شدة السكون الحرارى الذى يحدث عند استنبات البذور على ٣٥°م (Pressman ١٩٩٧).

التأثير الفسيولوجى للملوحة العالية

لم تؤثر زيادة درجة التوصيل الكهربائى للمحلول المغذى – بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول – من ٢,٠ إلى ١٠,٠ مللى موه – لم تؤثر تأثيرًا يذكر على النمو النباتى، أو على العلاقات المائية، أو محتوى الأنسجة من العناصر الكبرى، ولكنها أسهمت فى زيادة امتصاص الصوديوم والكلوريد اللذان تراكما بشدة فى الأوراق المكتملة وبدرجة أقل فى الأوراق النامية. كذلك أسهمت زيادة ملوحة المحلول المغذى فى تحسين نوعية المنتج بتقليل تراكم النيتروجين النتراتى، وخفض حالات الإصابة بالقلب الأسود فى الأوراق الحديثة (Leonardi ١٩٩٨، و Pardossi وآخرون ١٩٩٩أ).

وفى دراسة أخرى نقص نمو الكرفس قليلاً – ولكن بصورة معنوية – بزيادة تركيز كلوريد الصوديوم فى المحلول المغذى إلى ٥٠ أو ١٠٠ مللى مول، ونقص النمو بشدة عند ٣٠٠ مللى مول، إلاّ أن النباتات استعادت قوة نموها كاملة وسريعًا بمجرد انتهاء حالة الشدِّ الملحى أيًّا كان تركيز كلوريد الصوديوم الذى تعرضت له. وقد أدى الشد الملحى إلى

خفض تركيز النيتروجين النتراتى فى جميع الأنسجة النباتية. وقد بدا واضحًا أن قدره الكرفس على تحمل الملوحة العالية ترجع إلى استمرار قدرته على امتصاص حاجته من العناصر وإلى عدم حدوث أضرار بالقمة الميرستيمية تحت ظروف الملوحة العالية (Pardossi وآخرون ١٩٩٩ب).

ومن المعتقد أن قدرة الكرفس عل تحمل الملوحة العالية تعود إلى محتواه المرتفع من المانيتول، وعلى قدرته على زيادة محتواه من هذا السكر لدى تعرضه لظروف الملوحة. وقد أوضحت إحدى الدراسات أن نمو الكرفس لم يتأثر بتركيز ١٠٠ مللى مول من كلوريد الصوديوم، إلاّ أن تركيز ٣٠٠ مللى مول ثبط النمو بشدة. وقد استطاعت النباتات استعادة نموها حينما غسل الملح من بيئة الزراعة بعد تعرض النباتات لتركيز ٥٠٠ مللى مول (٤٢ ديسى سمينز/م) لمدة أسبوعين، علمًا بأن هذا التركيز المرتفع للملوحة يعادل تقريبًا ملوحة مياه البحر. وقد أحدثت الملوحة العالية زيادة فى تركيز المانيتول فى كل من أوراق وجذور النباتات على حد سواء. ويبدو أن المانيتول يقلل من التأثير الضار للملوحة بالعمل كرافع للضغط الأسموزى بالخلايا (العمل كـ osmoticum). وتصاحب تلك الزيادات فى المانيتول – التى تحدث استجابة للملوحة -- تغيرات إنزيمية تسمح بزيادة إنتاج المانيتول على حساب السكروز عند البناء الضوئى (Pharr وآخرون ١٩٩٥).

البناء الضوئى

تتميز أوراق الكرفس بكفاءة عالية جدًا فى البناء الضوئى قدرت بنحو ٣٥–٦٥ مجم ثانى أكسيد كربون لكل ديسمتر مربع فى الساعة، ويعد ذلك معدلاً عاليًا مقارنة بأنواع الـ C_3 الأخرى، وحتى مقارنة بأنواع الـ C_4 مثل قصب السكر الذى يتراوح فيه المعدل بين ٤٢، و ٤٩ مجم ثانى أكسيد كربون لكل متر مربع فى الساعة. ويصل أقصى معدل للبناء الضوئى فى الكرفس – مثل النباتات الـ C_3 الأخرى – عند ٢٦°م.

وعلى خلاف نباتات الـ C_3 الأخرى، فإن الناتج الرئيسى لتثبيت ثانى أكسيد الكربون فى عملية البناء الضوئى فى الكرفس يتكون من السكروز والمانيتول manitol. وقد قدر أن المانيتول يشكل حتى ٥٠٪ من نواتج التمثيل التى تنتقل فى اللحاء، بينما تتكون غالبية النواتج الأخرى للتمثيل من السكروز.

وبينما ينتج السكروز ويستعمل فى جميع أوراق الكرفس، فإن المانيتول ينتج أساسًا فى الأوراق المكتملة التكوين ويستعمل فى الأوراق الحديثة، ويخزن فى كل الأوراق. ويشكل المانيتول والجلوكوز والفراكتوز معظم الغذاء المخزن فى أعناق الأوراق، بينما لا يوجد بها سوى القليل من السكروز. ويوجد النشا فى الأوراق بتركيزات منخفضة تحدث بها – فى الأوراق الخارجية – تغيرات واضحة بين الليل والنهار (عن Pressman ١٩٩٧).

النمو النباتى

يزداد محصول الكرفس بزيادة عدد أوراق النبات وزيادة طول أعناق الأوراق. ويتأثر معدل تكوين الأوراق الجديدة بدرجة الحرارة، حيث ينخفض فى كل من الحرارة المنخفضة والعالية. كذلك فإن الفترة الضوئية الطويلة – سواء أتوفرت بزيادة طول النهار بالإضاءة الصناعية، أم بالإضاءة لفترات قصيرة أثناء الليل الطويل – تؤدى إلى تقليل أعداد مبادئ الأوراق المتكونة.

ويلاحظ أن أعناق أوراق الكرفس تكون أقصر فى الحرارة العالية مما فى الحرارة المعتدلة. هذا بينما تحفز الفترة الضوئية الطويلة استطالة أعناق الأوراق، التى تكون أقصر فى النهار القصير.

ويمكن التغلب على تأثير الحرارة العالية والنهار القصير – على طول أعناق الأوراق – بالمعاملة بحامض الجبريلليك، وخاصة بالنسبة للأوراق الصغيرة الداخلية التى تكون استجابتها للمعاملة أقوى من الأوراق الخارجية. هذا إلاّ أن معاملة حامض الجبريلليك قد يكون لها تأثيرات سلبية، مثل: تقليل معدل تكوين الأوراق، وزيادة احتمال ظهور بعض العيوب الفسيولوجية، وزيادة القابلية للإصابة بالأمراض (عن Pressman ١٩٩٧).

الإزهار والإزهار المبكر

يتعرض الكرفس لظاهرة الإزهار المبكر Premature seeding، أو الحنبطة المبكرة Early Bolting أو "الشمرخة" bolting قبل حصاد المحصول التجارى؛ ويؤدى ذلك إلى فقدان القيمة الاقتصادية للمحصول. ولا يختلف الإزهار المبكر – فسيولوجيًا – عن الإزهار

المرغوب في حقول إنتاج البذور؛ فكلاهما يحدث بعد أن تتهيأ النباتات للإزهار؛ نتيجة لتعرضها لدرجة الحرارة المنخفضة، وهو ما يعرف بعملية الارتباع؛ فإذا تعرضت النباتات للحرارة المنخفضة فى طور مبكر من النمو .. كان إزهارها مبكرًا قبل أن تصل إلى الحجم المناسب للتسويق؛ وإذا كان تعرضها للحرارة المنخفضة فى مراحل النمو المتأخرة .. كان إزهارها طبيعيًّا بعد اكتمال نموها الخضرى.

التغيرات المورفولوجية والتشريحية المصاحبة للإزهار

إن "الشمرخة" bolting هى مرحلة أولية فى التحول من النمو الخضرى إلى النمو التكاثرى فى النباتات ذات الحولين التى يكون نموها قصيرًا ومتوردًا rosette فى موسم النمو الأول. ولا تستطيل الساق فى الكرفس إلا فى النباتات التى حصلت على احتياجاتها من البرودة بما يكفى لتميز قمتها النامية إلى مبادئ أزهار. ويمكن أن تحدث الشمرخة – التى تحدث طبيعيًّا بفعل الحرارة المنخفضة (الارتباع) – بالمعاملة بالجبريللين، ولكن الإزهار نادرًا ما يحدث بفعل تلك المعاملة.

وقد أظهرت الدراسات أن الساق الزهرية النامية كانت مصدرًا لتمثيل الجبريللينات التى تتحكم فى استطالة الساق؛ بما يعنى أن الزيادة التى تظهر فى الجبريللينات فى نباتات الكرفس عقب ارتباعها هى نتيجة للاتجاه نحو الإزهار وليست سببًا فيه.

وتكون القمة النامية للنباتات التى فى مرحلة النمو الخضرى مسطحة تقريبًا وكبيرة، حيث يبلغ قطرها نحو ٠,٤–٠,٥ مم. ومع دخول النباتات مرحلة النمو التكاثرى تصبح القمة النامية مدببة، حيث يزداد ارتفاعها بينما يقل قطرها (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

الارتباع

وجد Thompson عام ١٩٣٣ (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧) أن تعريض نباتات الكرفس الصغيرة لدرجة حرارة منخفضة (تراوحت بين ٤° و ١٠°م لمدة ١٠–٣٠ يومًا) أدى إلى اتجاهها نحو الإزهار المبكر طالما تعرضت لظروف مناسبة للنمو بعد معاملة

البرودة. وبالمقارنة .. فإن النباتات التى تعرضت لدرجة حرارة تراوحت بين ١٦ و ٢١°م إلى أن نقلت إلى الحقل الدائم (فى درجة الحرارة نفسها) لم تتجه نحو الإزهار. كما أزهرت نسبة من النباتات التى تعرضت بعد ٦-٨ أسابيع من الزراعة لحرارة تراوحت بين ١٠ و ١٦°م، ثم شتلت بعد ذلك فى حرارة ١٦-٢١°م. كذلك وجد الباحث أن تعريض النباتات الصغيرة لدرجة حرارة تراوحت بين ٢١ و ٢٧°م بعد تعرضها للحرارة المنخفضة مباشرة أدى إلى إلغاء أثر الحرارة المنخفضة، واستمرارها فى النمو الخضرى بعد الشتل؛ وهى الظاهرة التى تعرف باسم إزالة أثر الارتباع Devernalization. هذا .. ولا تتهيأ نباتات الكرفس للإزهار إذا تعرضت لدرجة حرارة التجمد، بل على العكس من ذلك .. فإن هذه المعاملة تؤدى إلى تأخير الإزهار.

وقد تراوحت أكثر درجات الحرارة تأثيرًا فى ارتباع الكرفس بين ٦، و ٩°م، وكان هذا المدى أكثر فاعلية من حرارة ٣,٣°م، هذا بينما بلغ السقف الحرارى الحرج للارتباع فى بعض أصناف الكرفس ١٤°م. وكلما انخفضت الحرارة التى تتعرض لها النباتات وطالت فترة تعرضها اليومى للبرودة كلما كانت أكثر تبكيرًا فى التهيئة للإزهار، علمًا بأن الحنبطة تظهر عليها بمجرد تعرضها للحرارة المرتفعة نسبيًّا بعد ذلك (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وتتوفر عديد من الأدلة على أن تأثير البرودة على التهيئة للإزهار متجمع؛ فمثلاً .. وجد أن التهيئة للإزهار تساوت بين النباتات التى عرضت لحرارة ٤,٥-١٠°م لمدة ١٥ يومًا وتلك التى عرضت لحرارة ١٠-١٥,٥°م لمدة ٣٠ يومًا.

وقد أوضحت الدراسات أن متوسط الحرارة الحرجة للارتباع فى الخس يقدر بنحو ١٤°م. وبينما ازداد النمو الخضرى بارتفاع درجة الحرارة، فإن النموات الجانبية قل عددها عندما ارتفعت الحرارة كثيرًا (Roelofse & Hand ١٩٩٠).

هذا .. وتحفز الحرارة العالية نمو الساق الزهرية فى النباتات التى تكون قد حصلت على حاجتها بالفعل من الحرارة المنخفضة، ولكنها لا تكون أبدًا سببًا فى الحنبطة دونما ارتباع مسبق، وذلك على خلاف ما قد يبدو عمليًّا من أن الحنبطة تحدث عند ارتفاع درجة الحرارة.

الحداثة

الحداثة juvenility هى تلك الفترة الأولى من حياة النبات التى لا يستجيب خلالها النبات لمعاملة الارتباع.

تمتد فترة الحداثة فى الكرفس حتى تكوين ١٧-٢٠ ورقة (متضمنة مبادئ الأوراق) وذلك حسب الصنف، وبعد ذلك تستجيب النباتات فى إزهارها لمعاملة الحرارة المنخفضة دون أن يكون لعمر النبات أى تأثير. هذا .. ويزداد معدل تكوين الأوراق فى الكرفس بارتفاع الحرارة بين ٣، و ٢٢,٨°م، ثم يقل بعد ذلك المدى بارتفاع الحرارة من ٢٢,٨ إلى ٣٧,٤°م. ويتطلب الكرفس حوالى ٧٣١ درجة حرارة يومية أعلى من ٣°م لكى يكمل النبات نموه من بداية بزوغ الجذير حتى تكوين الـ ١٧ ورقة الأولى (Ramin & Atherton ١٩٩١ب).

إلغاء أثر الارتباع

يؤدى تعرض النباتات لحرارة عالية بعد معاملتها بالبرودة مباشرة إلى تخليصها من تأثير الارتباع (أى يحدث لها devernalization)؛ حيث لا تزهر، بينما يؤدى تعرض النباتات لحرارة عالية قبل معاملتها بالبرودة إلى إبطاء ارتباعها (يحدث antivernalization) فتتأخر بداية الإزهار وتقل شدته (عن Pressman ١٩٩٧).

التفاعل بين الفترة الضوئية والارتباع وتأثيره فى الإزهار

يؤدى تعريض نباتات الكرفس لفترة ضوئية قصيرة مدتها ٤ ساعات - أثناء ارتباعها - إلى إسراع تهيئتها للإزهار وحنبطتها على خلاف الفترة الضوئية الطويلة التى تحدث تأثيرًا عكسيًا؛ ولذا .. فإن الكرفس يصنف على أنه نبات يحتاج إلى البرودة لتهيئته للإزهار ولكنه يستجيب كميًّا للنهار القصير. وبالمقارنة فإن التعرض للظلام التام أثناء الارتباع - ولو حتى بعد ٩ أسابيع على ٥°م - يمنع التهيئة للإزهار والحنبطة كليًّا، بينما يؤدى خفض مستوى الإضاءة بشدة إلى زيادة الفترة التى تلزم لتتم التهيئة للإزهار وإلى خفض نسبة النباتات التى تتهيأ لذلك (Ramin & Atherton ١٩٩٤).

ويؤدى قطع فترة الظلام الطويلة بفترات قصيرة من الإضاءة (وهو ما يعنى -

فسيولوجيًا – جعل الفترة الضوئية طويلة) إلى إحداث التأثير ذاته الذى تحدثه الفترة الضوئية الطويلة عند تعريض النباتات للحرارة المنخفضة. ويستفاد من ذلك فى إمكان تثبيط ارتباع الشتلات التى تنتج فى الحرارة المنخفضة (خلال الربيع) فى الزراعات المحمية فى المناطق الباردة الشمالية، وذلك بقطع فترة الظلام بفترات قصيرة من الإضاءة.

أما بعد ٩ أسابيع من التعريض للبرودة على حرارة ٥ْم فإن الفترة الضوئية الطويلة تسرع الحنبطة والإزهار، بينما تحدث الفترة الضوئية القصيرة تأثيرًا عكسيًا (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويستفاد مما تقدم بيانه أن الكرفس يعتبر Short-long day، وذات احتياجات للبرودة خلال الفترة الضوئية القصيرة (عن Pressman ١٩٩٧).

التفاعل بين شدة الإضاءة والارتباع فى الإزهار

يتوقف تأثير مستوى الإضاءة أثناء الارتباع على مخزون المواد الكربوهيدراتية فى جذور النباتات المعاملة، حيث تقل الحاجة للإضاءة أثناء الارتباع كلما قل مخزون المواد الكربوهيدراتية. ومما يؤكد ذلك أن الجزر لا يحتاج إلى الضوء لكى يتهيأ للإزهار عند ارتباعه.

ارتباع البذور

على الرغم من الدراسات التى أكدت على وجود فترة حداثة فى الكرفس لا تستجيب خلالها النباتات لمعاملة البرودة، فإن دراسات أخرى أظهرت استجابة البذور المتشربة بالماء لتلك المعاملة، ولكن لم يثبت وجود استجابة من هذا النوع خلال مرحلة تكوين البذور وهى مازالت على النبات. فقد وجد أن تعريض بذور الكرفس المتشربة بالماء من صنف New Dwarf White لحرارة ٥ْم لمدة ٦ أو ٨ أسابيع أدى إلى إزهار نحو ٥٠٪ من النباتات التى نُمّيت بعد ذلك فى حرارة كان حدها الأدنى ١٥ْم، وحدث الإزهار بعد تكوين عدد أقل من الأوراق عندما كانت المعاملة لمدة ٨ أسابيع، وذلك مقارنة بالمعاملة لفترة أقل. هذا .. ولم تكن لمعاملة البذور بالبرودة تأثيرًا على الإزهار إلا عندما كان الحد

الأدنى لحرارة النمو النباتى بعد الزراعة ١٥°م، حيث لم يحدث أى إزهار عندما كان الحد الأدنى لحرارة النمو النباتى ٢٠°م. كذلك لم تكن معاملة البذور بالبرودة مؤثرة فى الصنف Celebrity.

هذا إلاّ أن تعريض البذور خلال مراحل مختلفة من تكوينها – وهى مازالت على النبات – لحرارة ٥°م لمدة ٤ أو ٨ أسابيع فى حجرات النمو لم يكن مؤثرًا فى ارتباعها، بينما كان لتلك المعاملات تأثيرًا سلبيًّا على نسبة إنبات البذور المنتجة وقوة إنباتها. كما كان لتلك المعاملات تأثيرات سلبية أخرى على محصول البذور وحجم البذرة ووزنها، وفقدت البذور قدرتها على الإنبات عندما أجريت معاملة التعريض للبرودة بعد تفتح الأزهار بعشرة أيام (Ramin & Aherton ١٩٩١أ).

معاملات الحد من ظاهرة الإزهار المبكر

يمكن الحد من ظاهرة الإزهار المبكر فى حقول الكرفس بمراعاة ما يلى:

١ – اختيار الموعد المناسب للزراعة بحيث لا تتعرض النباتات لدرجة حرارة شديدة الانخفاض فى المراحل المبكرة من نموها.

٢ – عدم محاولة أقلمة الشتلات بتعريضها لدرجة حرارة منخفضة.

٣ – زراعة الأصناف الأقل ميلاً نحو الإزهار المبكر.

النكهة

تمكن Gold & Wilson (عن Stevens ١٩٧٠) من استخلاص نحو ١٠ مل من المركبات القابلة للتطاير Volatile Substances من خمسة أطنان من الكرفس، وقاما بعزل وتحديد هوية ٣٧ مركبا منها، كما يلى:

Formaldehyde	Carvone
Acetaldehyde	Diacetyl
Propionaldehyde	
Hexanol	Ethyl isovalerate
Heptanol	Cis-3-Hexen-1-yl pyruvate
Octanol	Decyl acetate

Undecanal	Linalyl acetate
Dodecanal	Terpinyl acetate
Neral	Geranyl acetate
Citronellal	Citronellal acetate
	Neryl acetate
Isoamyl alcohol	Carvyl acetate
Hexanol	Terpinyl acetate
Heptanol	Geranyl butyrate
	Benzoyl benzoate
n-Valeric acid	
Isobutyric acid	D-Limonene
Pyruvic acid	Myrcene

3-Isobutylidene-3a,4-dihydrophthalide
3-Isovalidene-3a,4-dihydrophthalide
3-Isobutylidene phthalide
3-Isovalidene phthalide
Sedanonic anhydride

وكانت أكثر هذه المركبات ارتباطا بالنكهة المميزة للكرفس هى:

3-isobutylidene phthalide	3-isovalidene phthalide
3-isobutylidene-3 a	4-dihyrophthalide
3-isovalidene-3 a	cis-3-hexen-1-yl pyruvate
diacethy	

وقد تمكن Van Wassenhove وآخرون (١٩٩٠) من التعرف على ٣٣ مركبًا متطايرًا من التربينات terpenes والثاليدات phthalides فى أربعة أصناف ذاتية التبييض من الكرفس، كان توزيعها النسبى متقاربًا بين الأصناف، كما لم يتباين تركيزها كثيرًا بين العامين اللذان شملتهما الدراسة. ويبين جدول (٨-١) نتائج العام الثانى للدراسة (١٩٨٧).

جدول (٨-١): تركيز المركبات المتطايرة (بالميكرو جرام لكل كيلو جرام من النموات الخضرية الطازجة) فى أربعة أصناف **cultivars** ذاتية التبييض من الكرفس.

Compound	Cultivar			
	Blancato	Avon Pearl	Golden Spartan	Loret
3-methylbutanal	423	163	354	509
2-methylbutanal	111	62	164	301
2-methylhexane	90	78	123	132
pyridine	1,832	454	1,161	1,603
hexanal	157	123	137	615
furfural	496	194	555	736
3-methyl-4-ethylhexane	509	658	421	1,019
α-thujene	114	49	57	59
α-pinene	1,368	399	1,085	806
camphene	131	17	101	57
sabinene	443	157	241	258
β-pinene	2,274	4,544	1,880	3,000
myrcene	1,091	653	765	1,049
p.cymene	333	384	846	470
limonene	37,668	18,193	28,200	35,066
ocimene-x	2,241	2,166	6,945	5,470
ocimene-y	73	87	127	227
γ-terpinene	15,578	5,819	8,561	7,570
n.pentylcyclohexadiene	161	167	437	153
terpinene-4-ol	58	23	31	41
β-caryophyllene	1,208	385	472	551
α-humulene	104	57	79	104
β-selinene	937	386	225	263
α-selinene	82	34	46	29
butylhexahydrophthalide	119	19	33	87
Z-butylidenephthalide	253	21	106	207
cnidilide	41	*	16	32
Z-ligustilide	437	62	623	234
butylphthalide	871	356	958	821
trans-neocnidilide	2,130	650	683	612
cis-neocnidilide	195	74	300	447
senkyunolide	3,727	1,086	3,032	4,583
E-ligustilide	76	*	20	47
ε-terpenes =	63,703	33,353	49,661	55,020
ε-phthalides =	7,849	2,268	5,771	7,070

*Not detected.

كما أمكن التعرف على ٤٤ مركبًا متطايرًا من الزيوت الطيارة لبذور الكرفس، كان أهمها ما يلى (Rao وآخرون ٢٠٠٠):

المركب	نسبته (٪)
limonene	٥٠,٩
beta-selinene	١٩,٥٣

المركب	نسبته (٪)
3-n-butylphthalide	٦,٩٢
nerolidol	٢,٢٩
alpha-selinene	١,٦٣
beta-pinene	١,٢٢
d-carvone	١,٨٦
n-amylbenzene	١,٦٣
beta-myrcene	١,٣
cis-limonene oxide	١,١٢

السورالينات وأهميتها ومضارها

ترجع النكهة المميزة للكرفس إلى محتواه من الثاليدات phthalides والتربينات terpenes، والفيورانوكيومارينات linear furanocoumarins، مثل الـ psoralen، و الـ xanthotoxin، والـ bergaten، والـ isopimpinellin.

وتُحدث المركبات الثلاث الأولى (الـ psoralen، والـ xanthotoxin، و الـ bergaten) مشاكل جلدية للإنسان والحيوان بعد ملامستها للجلد – أو تناولها – إذا أعقب ذلك التعرض للضوء.

وللسورالينات تأثيرات بيولوجية ضارة، حيث تكون مطفرة للدنا (الـ DNA)، ومسرطنة إن وجدت مع الأشعة فوق البنفسجية فى المدى الموجى ٣٢٠–٣٨٠ مللى ميكرون.

وقد اكتشفت أضرار السورالينات على العمال المشتغلين بالكرفس سواء أكان عملهم فى الحقول، أم فى محلات السوبر ماركت (عن Afek وآخرين ١٩٩٥ب).

وعادة لا يصل تركيز تلك المركبات فى الكرفس إلى المستوى السام للإنسان، إلا أن تركيزها يزداد فى وجود الملوثات، وفى الحرارة المنخفضة، وفى حالات الإصابات المرضية والميكانيكية، وعند كثرة التعرض للأشعة فوق البنفسجية (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويوجد نوعان رئيسيان من السورالينات psaralens (الـ linear furanocoumarins)، هما: 5-methoxypsoralen، و 8-methoxypsoralen (والأصح: methoxsalen).

وقد قدر تركيز السورالينات فى الأجـزاء المختلفة لصنف الكرفس الواسع الانتشار Tall Utah 52-70R وسلالة التربية UC-08، وكانت النتائج كما يلى:

الجزء النباتى	تركيز السورالينات (جزء فى المليون)
الأوراق الخارجية المسنة	٤٤,٩
الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	٩.٩
أوراق القلب الصغيرة	٣,٦
أعناق الأوراق الخارجية المسنة	١,٤
أعناق الأوراق الوسطى المكتملة التكوين	١,٠
أعناق أوراق القلب الصغيرة	١,٥
الجذور	٠,٩

وتبعًا لتلك النتائج فإن أنصال الأوراق الخارجية المسنة والأوراق الوسطى المكتملة التكوين فقط هى التى تحتوى على تركيزات عالية من السورالينات إلى درجة قد تشكل خطرًا على صحة الإنسان والحيوان (Diawara وآخرون ١٩٩٥).

وقد وصل تركيز المركبات: الـ psoralen، والـ bergapten، والـ xanthotoxin، والـ isopimpinellin إلى حوالى ١٢-٥٠ جزءًا فى المليون فى خمسة أصناف من الكرفس. وقد أدى رش الكرفس ٢-١٤ مرة بالبرافو ٥٠٠ Bravo 500 (وهو chlorothalonil)، أو بالمانزيت د Manzate-D (وهو mancozeb)، أو بالكوسيد ١٠١ Kocide 101 (وهو أيدروكسيد نحاس) إلى زيادة الـ bergapten بمقدار ضعفين إلى أربعة أضعاف فى أنصال وأعناق الأوراق، والـ isopimpinellin بمقدار ضعفين إلى ثلاثة أضعاف فى أنصال الأوراق (Nigg وآخرون ١٩٩٧).

يعتقد أن السورالينات Psoralens (وهى: linear furancocumarins) - التى توجد فى الكرفس، والجزر الأبيض، والبقدونس، والتين، والموالح - هى فيتوألاكسينات ذات علاقة بمقاومة الكرفس لمسببات الأمراض. كما تنتج هذه المركبات بمعاملات خاصة؛ مثل كبريتات النحاس، والأشعة فوق البنفسجية، والحرارة المنخفضة. كما أدت الأضرار

الميكانيكية للكرفس عند الحصاد إلى زيادة تركيز الـ furacoumarin من ٢ إلى ٩٥ جزءًا في المليون على أساس الوزن الطازج.

ولكن يبدو أن السورالينات ذاتها ليست هي الفيتوألاكسينات، وإنما مرد النشاط المضاد لمسببات الأمراض إلى المارمسين marmesin، الذي يتكون منه السورالين. وقد وجد Afex وآخرون (١٩٩٤، و ١٩٩٥أ) أن معاملة الكرفس بالجبريللين بعد الحصاد أدت إلى إبطاء تكوين السورالين، مع استمرار مقاومة النباتات لأمراض المخازن لفترة طويلة، علمًا بأن المارمسين يتحول تدريجيًا - بصورة طبيعية - إلى سورالين بعد الحصاد.

وقد تبين أن المارمسين marmesin (+) - وهو بادئ السورالينات psoralens في الكرفس - تبلغ قوة مضادته للفطريات مئة ضعف قوة السوالينات. وقد صاحبت زيادة قابلية الكرفس للإصابة بالأمراض خلال شهر من التخزين نقصًا في محتواه من المارمسين واكبته زيادة في تركيز السورالين. وأوضحت الدراسات أن الزيادة في إصابة الكرفس بالأعفان ترتبط سلبيًا بتركيز المارمسين وإيجابيًا بتركيز السورالين. وظهر بعد شهر من تخزين الكرفس على صفر أو ٢°م أن تركيز السورالينات ازداد من ١٠ إلى ١٣٦ أو إلى ٨٧ جزءًا في المليون - على أساس الوزن الطازج - على التوالي، بينما انخفض تركيز المارمسين تحت الظروف ذاتها من ٣٣ إلى ٤ أو إلى ١١ جزءًا في المليون. وقد كانت إصابة الكرفس بالأعفان بعد شهر من التخزين على صفر أو ٢°م هي ٦٢٪، و ٢٧٪ على التوالي (Afek وآخرون ١٩٩٣، و ١٩٩٥ب).

كذلك اكتشف Afek وآخرون (١٩٩٣، و ١٩٩٥جـ) فيتوألاكسين آخر غير المارمسين أطلقوا عليه اسم الكولمبيانتين columbiantein بلغت قوة مضادته للفطريات ما لا يقل عن ٨٠ ضعف قوة السورالينات، وكما كان الحال مع المارمسين، فإن تركيز الكولمبيانتين انخفض أثناء تخزين الكرفس لمدة شهر على الصفر المئوي، وواكب ذلك زيادة في كل من قابلية الخس للإصابة بالأعفان ومحتواه من السورالين.

محتوى الكرفس من النترات

قدر محتوى النيتروجين النتراتي بالجزء في المليون على أساس الوزن الجاف بنحو

٤,٩ فى جذور الكرفس، و ١٠,٣ فى أعناق الأوراق، و ١٤,٤ فـى أنصال الأوراق (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

العيوب الفسيولوجية

القلب الأسود

تحدث الإصابة بالقلب الأسود black heart على صورة احتراق فى قمة الأوراق الصغيرة الداخلية للنبات، ثم تمتد الأعراض نفسها إلى بقية أنسجة القلب، مؤدية فى النهاية إلى تلونه باللون البنى، وجفافه وموته.

ولا تختلف هذه الحالة الفسيولوجية فى جوهرها عن حالة احتراق حواف الأوراق فى الخس (حسن ٢٠٠٣) من حيث إن كلتيهما تحدثان نتيجة عدم وصول كميات كافية من الكالسيوم إلى أوراق الرأس الداخلية؛ نظرًا لأن الكالسيوم ينتقل فى النبات مع مسار الماء الذى يفقد بالنتح، بينما لا تنتح الأوراق الداخلية. وقد تبين أن محتوى الأوراق الداخلية المصابة من عنصر الكالسيوم يقل كثيرًا عن محتوى الأوراق الخارجية (Geraldson ١٩٥٤).

كما وجد أن للتوازن الأيونى فى النبات دورًا مهمًا فى ظهور الإصابة؛ فقد أدى رش النباتات بأكسالات الصوديوم، أو سترات الصوديوم، أو كبريتات المغنيسيوم إلى زيادة نسبة الإصابة، وكان ذلك مصاحبًا باختلال فى حالة التوازن بين أيون الكالسيوم من جهة، وأيونى الصوديوم والمغنيسيوم من جهة أخرى.

وقد ازداد معدل الإصابة بالقلب الأسود بزيادة معدلات التسميد وذلك إما من خلال زيادة الأسمدة لمعدل نمو أوراق القلب الصغيرة، وإما بسبب ما أحدثته من عدم توازن أيونى فى المحلول الأرضى.

وازدادت - كذلك - حالات الإصابة بالقلب الأسود مع زيادة تعرض النباتات لظروف الجاف (عن Pressman ١٩٩٧).

وقد أدت أقلمة نباتات الكرفس على الملوحة العالية بتعريضها لتركيزات عالية من كلوريد الصوديوم إلى تقليل إصابتها بالقلب الأسود؛ علمًا بأن تركيز الكالسيوم فى

الأوراق الصغيرة الحساسة للإصابة بالقلب الأسود انخفض معنويًا فى النباتات المؤقلمة على الملوحة. وبينما أدت معاملة نباتات الكرفس غير المؤقلمة على الملوحة العالية بحامض الجبريلليك إلى جعلها أكثر قابلية للإصابة بالعيب الفسيولوجى، فإن معاملة النباتات التى أقلمت على الملوحة لم تكن لها تأثير على الإصابة على الرغم من أن محتوى الكالسيوم فى أوراق القلب الداخلية كان أكثر انخفاضًا بمعاملة حامض الجبريلليك. وتجدر الإشارة إلى أن معاملة حامض الجبريلليك أحدث استطالة كبيرة فى الأوراق المكتملة التكوين الخارجية، بينما لم تسبب سوى استطالة طفيفة فى أوراق القلب الداخلية الأكثر قابلية للإصابة بالعيب الفسيولوجى (Aloni & Pressman ١٩٨٧).

وأمكن الحد من الإصابة بالقلب الأسود برش النباتات قبل الحصاد بخمسة أسابيع، ثم أسبوعيًا بعد ذلك بنترات الكالسيوم، أو كلوريد الكالسيوم بتركيز ٠,٠٥-٠,٢٥ مولار، وبمعدل ٦٠٠ لتر للفدان، مع توجيه محلول الرش نحو أوراق القلب الداخلية مباشرة.

التشقق البنى

تظهر حالة التشقق البنى Brown checking أو Cracked stem عند نقص عنصر البورون، وتكون الإصابة على صورة تبرقش بنى على أوراق القلب الداخلية يكون مصاحبًا بشقوق عرضية على الجانب الداخلى لأعناق الأوراق، كما تظهر شقوق أخرى على الحزم الوعائية بالجانب الخارجى لأعناق الأوراق. ويلى ذلك انحناء البشرة والأنسجة المحيطة بها نحو الخارج، وتلون الأسطح المعرضة للجو الخارجى باللون البنى القاتم. كما تتلون جذور النباتات المصابة باللون البنى كذلك، وتموت الجذور الجانبية.

وقد أمكن معالجة نقص البورون بالتسميد بالبوراكس، إما بمعدل ٥ كجم للفدان على صورة محلول مائى، يضاف بالقرب من قاعدة النباتات فى الحقل، وإما بمعدل ١٢-١٥ كجم للفدان على صورة جافة. وتختلف أصناف الكرفس فى مدى حساسيتها لنقص البورون، ويعتبر الصنفان يوتاه ١٠ ب Utah 10-B، ويوتاه اسبشيال Utah Special من أكثر الأصناف حساسية (عن Thompson & Kelly ١٩٥٧).

الاصفرار

تظهر حالة الاصفرار Yellowing عند نقص عنصر المغنيسيوم، وتكون الإصابة على صورة اصفرار بين العروق فى الأوراق القاعدية الكبيرة. وتظهر الإصابة عندما ينخفض تركيز المغنيسيوم بالأوراق إلى ٠,١٪. ومع ارتفاع مستوى الكالسيوم فى النباتات .. يظهر الاصفرار عند مستوى أعلى من المغنيسيوم يصل إلى ٠,٢٪.

وقد وجد لدى معاملة الأصناف الخضراء: يوتاه ١٥ Utah 15، وسمر باسكال Summer Pascal، والأصناف الخضراء المائلة إلى الأصفر، يوتاه ١٠ ب Utah 10-B، وإمرسون باسكال Emerson Pascal بتركيز ٤، أو ٨، أو ١٢ مللى مكافئ من الكالسيوم/لتر، أو ٢، أو ٤، أو ٨ مللى مكافئى من البوتاسيوم/لتر ما يلى:

١ – ازدادت حالة الاصفرار بزيادة تركيز الكالسيوم، أو البوتاسيوم فى النبات.

٢ – أظهر تحليل الأوراق وجود كميات أكبر من المغنيسيوم فى سيقان وأعناق أوراق الأصناف الخضراء عما فى الأصناف الخضراء المائلة إلى الصفرة.

٣ – بدا أن الأصناف الخضراء المائلة إلى الصفرة كانت أقل كفاءة فى امتصاص عنصر المغنيسيوم.

وقد أمكن تصحيح حالة الاصفرار برش النباتات كل أسبوعين بكبريتات المغنيسيوم، بمعدل ٦,٢٥ كجم فى ١٠٠ لتر ماء للفدان (Yamaguchi وآخرون ١٩٦٠).

تجوف أعناق الأوراق

تعرف ظاهرة التجوف Pithiness (أو hollow stalks) بظهور مناطق بيضاء اللون وفراغات هوائية داخل أنسجة العنق، وهى تقلل كثيرًا من جودة محصول الكرفس، ومن صلاحيته للتخزين.

تعرف الفراغات الهوائية التى تتكون فى كثير من الأنسجة النباتية باسم aerenchyma، وهى تتكون من خلال تحلل خلايا بارانشيمية القشرة أو النخاع نتيجة لتعرضها لبعض عوامل الشدِّ البيئى. وتعمل تلك الفراغات على تحسين انتقال الأكسجين إلى داخل الأنسجة النباتية. وعندما تظهر تلك الـ arenchyma فى أعناق

أوراق الكرفس فإنها تعرف باسم "التجوف" pithiness، وتؤدى إلى تقليل الكثافة النوعية للأعناق.

ويوجد نوعان من تجوف الأعناق فى الكرفس، كما يلى:

١ – نوع يكون فيه التجوف فى جميع أوراق النبات حتى وهو صغير الحجم، وهو ما يوجد فى الكرفس البلدى. وهذا النوع وراثى، ويتحكم فيه جين واحد سائد.

٢ – نوع ثان، يظهر فيه التجوف فى أعناق الأوراق الخارجية فقط لدى اقترابها من النضج. وتختلف الأصناف فى مدى استعدادها للإصابة بهذه الحالة؛ فعلى سبيل المثال .. تعد سلالات يوتاه أكثر مقاومة من سلالات باسكال.

تزداد الإصابة بظاهرة التجوف فى الثلث القاعدى من أعناق الأوراق عما فى الثلث العلوى.

وتختلف أصناف الكرفس فى مدى استعدادها للإصابة بتجوف الأعناق (Saltveit & Mangrich ١٩٩٦).

ومن بين العوامل التى ارتبطت بها ظاهرة التجوف، ما يلى:

١ – الشدّ الرطوبى؛ علمًا بأنه يؤدى إلى زيادة مستوى حامض الأبسيسك قبل ظهور التجوف.

٢ – توقف النمو لأى سبب كان.

٣ – النمو السريع جدًّا لأى سبب أيضًا.

٤ – ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج.

٥ – ترك النباتات بدون حصاد بعد نضجها؛ فلا يجوز – مثلاً – تأجيل الحصاد انتظار لتحسن الأسعار.

٦ – زيادة فترة التخزين على حرارة تزيد عن الصفر المئوى.

وجود الخيوط بأعناق الأوراق Stringiness

ليست هذه الحالة عيبًا فسيولوجيًّا بقدر ما هى صفة وراثية. فنجد أن معظم الأصناف التجارية المحسنة ذات أعناق أوراق غضة خالية من الخيوط الليفية، إلا أن بعض

الأصناف تظهر بها هذه الخيوط؛ بسبب تكون خلايا كولنشيمية مغلظة فى البروزات الموجودة بأعناق الأوراق. وليس لحجم الحزم الوعائية ذاتها تأثير على صفة الخيوط.

القرح البنية

تظهر على الجزء السفلى لأعناق أوراق الكرفس تقرحات جافة تكون سمراء مصفرة إلى بنية اللون، تتكون عند رش المحصول بالمبيد الحشرى والأكاروسى نيلد naled (Koike وآخرون ١٩٩٧).

الفصل التاسع

حصاد وتداول وتخزين الكرفس

اكتمال التكوين

يجهز الكرفس البلدى للحصاد بعد نحو ٣ شهور من الشتل، بينما يتأخر حصاد الأصناف الأجنبية إلى نحو ٤-٥ أشهر بعد الشتل. وأهم علامات اكتمال التكوين بلوغ النبات الحجم المناسب للتسويق.

ويؤدى التبكير فى حصاد الزراعات المبكرة إلى الاستفادة من الأسعار العالية فى بداية الموسم، إلاّ أن المحصول يكون منخفضًا؛ لأن معدل النمو يزداد زيادة كبيرة مع اقتراب النباتات من اكتمال التكوين، إلى درجة أن المحصول يمكن أن يزداد يوميًّا خلال تلك الفترة بمقدار طنين إلى ثلاثة أطنان للهكتار (٠,٨٥-١,٢٥ طن للفدان). وفى المقابل .. يؤدى تأخير الحصاد لما بعد اكتمال التكوين - انتظارًا لتحسّن الأسعار - إلى تجوف أعناق الأوراق، وانحطاط صفاتها، واتجاه بعضها نحو الإزهار، وزيادة عدد الأوراق الصفراء. ويمكن أن تحدث تلك التغيرات بسرعة كبيرة؛ بما يجعل الفترة المناسبة للحصاد ضيقة إلى حد ما.

ومع تقدم النباتات فى العمر فإن أعناق الأوراق الخارجية تدخل مرحلة الشيخوخة وتفقد صلابتها، وغالبًا ما تتم إزالتها بعد الحصاد، بما يعنى فقد جزء كبير من المحصول المسوق. ويتراوح - عادة - الفقد فى الوزن نتيجة التقليم بعد الحصاد بين ٥٪، و ٢٠٪، إلاّ أن هذه النسبة قد تتراوح بين ٢٠٪ و ٤٠٪ إذا ما تطلب الأمر إزالة أوراق خارجية مصابة بالأمراض أو بأضرار ميكانيكية. هذا فضلاً عن حساسية الرأس للأضرار أثناء التداول مما يجعلها عرضة لمزيد من الفقد بالتقليم.

الحصاد

تحصد معظم مساحات الكرفس المخصصة للاستهلاك الطازج يدويًا بعد قطع الجذور آليًا من تحت قاعدة الساق، حيث تُجذب النباتات ويقصر طولها، وتقلم الأجزاء العليا

من الأوراق باستعمال مطواه، وتزال أعناق الأوراق المضارة وغير الصالحة للتسويق. وغالبًا ما يترك الجزء السفلى من ساق النبات والجزء العلوى من الجذر لتقليل ذبول النباتات أثناء تداولها وتخزينها، علمًا بأن إزالة هذا الجزء عند التسويق - بعد التخزين - يعطى المحصول مظهرًا طازجًا (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

وقد تقلم النباتات وهى فى الحقل لارتفاع ٤٠ سم آليًّا، ثم تقلع يدويًّا، وتعبأ فى الحقل، أو تنقل إلى محطة التعبئة.

ويجرى حصاد معظم حقول الكرفس المخصصة للتصنيع آليًّا، حيث تقوم الآلة بعمليتين، هما: حشَ النباتات فوق مستوى الأعناق بقليل، وقطع الساق فوق مستوى سطح التربة بقليل، ثم تنقل النباتات فى المقطورات إلى محطة التصنيع.

وتجب مراعاة الأمور التالية عند حصاد الكرفس:

١ - أن يجرى الحصاد فى الصباح الباكر.

٢ - قطع النباتات من أسفل سطح التربة بحوالى ٢-٥ سم بواسطة سكين أو (شقرف).

٣ - إزالة الأوراق الخارجية الصفراء.

٤ - نقل النباتات من الحقل بسرعة بعد الحصاد؛ حتى لا تتعرض للذبول.

ويتراوح محصول أصناف الاستهلاك الطازج - عادة - بين ١٥، و ٢٠ طنًّا للفدان، بينما قد يصل فى أصناف التصنيع إلى ٣٥ طنًّا.

التداول

من أهم عمليات التداول التى تجرى للكرفس بعد الحصاد ما يلى:

١ - إزالة الخلفات Suckers والأوراق المصابة والمضارة، وتقليم الأوراق بطول ٤٠ سم؛ لخفض تكاليف الشحن والتداول. ولا تجرى عمليتا إزالة الخلفات، والتقليم للكرفس البلدى فى مصر؛ لأنه لا يزرع لأجل أعناق الأوراق - كما فى الأصناف الأجنبية - وإنما لأجل أوراقه التى تستخدم فى عمل الحساء.

٢ - تجرى للكرفس بعد نقله إلى محطة التعبئة عمليات التداول التالية: التفريغ فى

الماء، والغسيل بالماء المكلور، ومزيد من التهذيب (بالتقليم)، والتدريج، والتعبئة في كراتين منيعة ضد التشرب بالماء، وإضافة الثلج المجروش إليها. وقد كان لعملية الغسيل أهمية قصوى حينما كان يبيض الكرفس بتكويم التربة حول النباتات، لكن قلّ إلى حد كبير - ومنذ عدة سنوات - الإقبال على الكرفس المبيض.

كذلك يتم أحيانًا - كما فى الولايات المتحدة - تعبئة الكرفس حقليًّا على منصات عمل متحركة على عجل.

ويمكن الرجوع إلى Sackett & Murray (١٩٧٧) بخصوص رتب الكرفس الرسمية، ومواصفاتها فى الولايات المتحدة الأمريكية، وإلى Sims وآخرين (١٩٧٧)، بخصوص أنواع عبوات الكرفس المستخدمة فى كاليفورنيا ومواصفاتها.

وأحيانًا تعبأ رؤوس الكرفس المفردة فى أكياس من البوليثيلين لأجل تقليل فقدها للرطوبة وتحسين مظهرها للتسويق. أما الرؤوس الصغيرة جدًّا - وهى التى تكون غير مكتملة التكوين أو خضعت لتقليم جائر - والتى يطلق عليها اسم "قلوب" hearts .. فإنها تعبأ بوضع كل رأسين أو ثلاثة منها معًا فى كيس واحد (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

٣ - التبريد الأولى Precooling:

تعتبر تلك العملية من العمليات المهمة التى تجرى للكرفس بعد الحصاد؛ للتخلص من حرارة الحقل، وخفض حرارة النباتات إلى نفس الدرجة التى تشحن، أو تخزن عليها - وهى الصفر المئوى - فى أسرع وقت ممكن، ولكن يكتفى - عادة - بالتبريد الأولى حتى ٤-٥°م.

لا يوصى بإجراء التبريد الأولى فى الغرف الباردة room cooling إلاّ إذا كان المحصول باردًا بالفعل - بسبب برودة الجو - عند حصاده، وذلك لأن تبريد المحصول بهذه الطريقة إلى الدرجة المطلوبة يستغرق وقتًا طويلاً لا يقل عن ٢٤-٣٦ ساعة.

ويعتبر التبريد الأولى بالماء المثلج على ١°م أسرع طريقة للتبريد، كما أن هذه الطريقة تفيد فى إعادة المظهر النضر الطازج للرؤوس التى تكون قد ذبلت جزئيًّا.

كما يعتبر التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء طريقة سريعة إلا أنها مكلفة

وتؤدى إلى ذبول الأوراق جزئيًا، ويمكن التغلب على مشكلة الذبول بترطيب الرؤوس قبل تبريدها.

ويعد التبريد تحت التفريغ أسرع وأكفاء طرق التبريد الأولى؛ حيث لا تستغرق أكثر من ٣٠ دقيقة، إلاّ أنها تفقد الرؤوس نحو ٥٪ من وزنها وتؤدى إلى ذبولها جزئيًا، ويمكن - كذلك - التغلب على تلك المشكلة بترطيب المنتج قبل تبريده.

أما التبريد بإضافة الثلج المجروش إلى العبوات فلم تعد طريقة مفضلة نظرًا لأنها قليلة الكفاءة، وتضيف وزنًا كبيرًا أثناء النقل، وبسبب ما تحدثه من مضايقات عند انصهار الثلج (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

٤ - التبييض بالإثيلين:

تجرى هذه العملية بتعريض النباتات - بعد تعبئتها - لغاز الإثيلين بتركيز ١ : ١٠٠٠ إلى ١ : ١٠٠٠٠ لمدة ١٠-١٢ يومًا بالنسبة للأصناف الخضراء، ولمدة ٥-٦ أيام بالنسبة للأصناف الخضراء المائلة إلى الاصفرار. يجب أن تجرى هذه العملية فى حرارة مقدارها ١٨ °م، ويجب ألا يقل المدى الحرارى عن ١٠ °م، وألا يزيد عن ٢٧ °م. ويستدل من ذلك على أن النباتات تبقى أثناء إجراء هذه العملية فى درجة حرارة مرتفعة لمدة طويلة نسبيًا، وهو ما يؤثر على جودتها. ولا تكتسب النباتات التى يتم تبييضها بهذه الطريقة لونها الأخضر ثانية عند تعرضها للضوء، كما أنها لا تختلف فى الطعم، أو القوام عن النباتات التى تبيض بالطرق الأخرى قبل الحصاد (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

وجدير بالذكر أن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون كثيرًا فى هواء مخازن التبييض يمنع تمامًا حدوث التبييض.

٥ - المحافظة على اللون الأخضر:

تجرى هذه المعاملة بعد إعداد النباتات للتخزين بغمرها لثوان معدودة فى محلول من منظم النمو بنزيل أمينوبيورين 6-benzylamino purine، بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون، ثم تخزينها فى حرارة مقدارها ٤ °م. أدت هذه المعاملة إلى إطالة فترة الخزين إلى ٤٠ يومًا، بينما كانت النباتات غير المعاملة فى حالة غير صالحة للتسويق قبل انقضاء هذه المدة. كذلك أدت تلك المعاملة إلى تحسين طعم الكرفس المخزن وتقليل الفاقد منه بالتقليم (عن Weaver ١٩٧٢، و Edmond وآخرين ١٩٧٥).

التخزين

التخزين المبرد العادى

يمكن تخزين رؤوس الكرفس بحالة جيدة لمدة ٢-٣ شهور فى حرارة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية مقدارها ٩٥-٩٨٪. وتعتبر الرطوبة العالية ضرورية حتى لا تذبل الأوراق. ومن الضرورى - أيضًا - توفير تهوية جيدة خلال فترة التخزين؛ حتى لا تنتشر الإصابة بمرض العفن الطرى المائى.

هذا .. ولا يجب غسيل الكرفس المعد للتخزين، كما لا تهذب رؤوسه إلاّ قليلاً، ويتم غسيله وتهذيبه جيدًا بعد انتهاء فترة التخزين وقبل تسويقه مباشرة (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

ويكتسب الكرفس أثناء تخزينه الروائح الغريبة من المنتجات المخزنة معه؛ ولذا .. يجب تخزينه منفردًا (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

وقد أدى تغليف الكرفس فى أغشية من البوليثيلين عند تخزينه على ٢°م إلى خفض الفقد فى الوزن الطازج بعد ٤١ يومًا من التخزين من ٢٢,٩-٣٢,١٪ فى الكنترول (غير المغلف) إلى ١,٩-٢,٤٪ فى معاملة التغليف، هذا بينما انخفض محتوى حامض الأسكوربيك إلى أقل من ٥٠٪ من قيمته الابتدائية فى كل الحالات (Kwon وآخرون ١٩٩٨).

التخزين فى الهواء المتحكم فى مكوناته

وجد Reyes & Smith (١٩٨٧) أن جودة رؤوس الكرفس التى خزنت - لمدة ١١ أسبوعًا - فى حرارة صفر-١°م، فى جو يحتوى على ١,٥٪ أكسجينًا كانت أفضل من تلك التى خزنت فى درجة الحرارة نفسها فى الهواء العادى. وقد تحسنت النوعية بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٢,٥-٧,٥٪. وكان العفن شديدًا فى الكرفس المخزن فى الجو الذى يحتوى على النسبة الطبيعية من غاز الأكسجين. وكانت أكثر الفطريات المسببة للعفن انتشارًا هى: *Botrytis cinerea*، و *Sclerotinia sclerotiorum*.

وكان الفقد فى وزن رؤوس الكرفس أقل من ١٠٪ بعد ١٠ أسابيع من التخزين فى

جو يحتوى على ١٪ أكسجين مع ٢٪ أو ٤٪ ثانى أكسيد كربون على درجة الصفر المئوى. وأدى التخلص الدائم من الإثيلين أثناء التخزين إلى إحداث تحسن معنوى فى صفات المنتج التسويقية. وأدت ظروف التخزين تلك (١٪ أو ٢٪ أكسجين مع ٢٪ أو ٤٪ ثانى أكسيد الكربون) إلى منع الإصابة بالساق الأسود أثناء التخزين. وعمومًا .. فقد حسنت تلك الظروف من لون الكرفس المخزن، ومظهره، وطعمه، وصلاحيته للتسويق مقارنة بالكرفس المخزن على الصفر المئوى ولكن فى الهواء العادى (Smith & Reyes ١٩٩٨).

أدى التخزين فى ٣٪ أكسجين، و ٥٪ ثانى أكسيد كربون على درجة الصفر المئوى ورطوبة نسبية عالية إلى تقليل الإصابة بالأعفان وتقليل الفقد فى اللون الأخضر (عن Rubatzky وآخرين ١٩٩٩).

هذا إلاّ أن كلاً من نقص الأكسجين عن ٢٪، وزيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون عن ١٠٪ تؤثران سلبيًا على طعم الكرفس المخزن ونكهته (عن Lougheed ١٩٨٧). ولذا .. يجب فى حالة تغليف الكرفس أن تكون جميع الأغشية المستعملة فى التغليف مثقبة حتى لا تتراكم بداخلها تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون، ولكى لا ينخفض فيها تركيز الأكسجين إلى أقل من ١٪ (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٣).

التغيرات المصاحبة للتخزين

يحدث بعض النمو فى رؤوس الكرفس أثناء التخزين، حيث تنمو ساق النبات وأعناق الأوراق الداخلية الصغيرة. كذلك يحدث اصفرار جزئى لأعناق الأوراق الخارجية فى معظم الأصناف، ويكون النمو الداخلى على حساب نضارة الأوراق الخارجية وصلابتها.

ويترتب على التخزين لفترة طويلة حدوث فقد جزئىّ فى اللون الأخضر، وهو أمر تقل أهميته فى الأصناف الذاتية التبييض.

كذلك يؤدى تخزين الرؤوس فى وضع أفقى إلى جعل أعناق الأوراق تتجه إلى أعلى (عكس اتجاه الجاذبية الأرضيية)؛ ولذا يجب وضع الرؤوس قائمة.

وينخفض تركيز السكريات المختزلة والسكريات الكلية بوضوح فى أنصال أوراق الكرفس من الحصاد إلى نهاية فترة التخزين، بينما يزداد تركيزها فى أعناق الأوراق خلال الفترة ذاتها، ولكن يبدأ تركيزها فى الانخفاض فى أعناق الأوراق - كذلك - بعد انتهاء فترة التخزين. ويزداد النيتروجين الذائب فى كل من أنصال الأوراق وأعناقها حتى نهاية فترة التخزين، ولكن ينخفض بعد ذلك. أما النيتروجين غير الذائب فإن تركيزه يكون عاليًا فى أنصال الأوراق عند الحصاد، ولكنه ينخفض فى نهاية فترة التخزين. وتبطئ الحرارة المنخفضة من جميع هذه التغيرات.

الفصل العاشر

أمراض وآفات الكرفس ومكافحتها

يصاب الكرفس ببعض الأمراض التى يصاب بها الجزر، والتى سبقت مناقشتها ضمن آفات الجزر فى الفصل الأول. وتتضمن قائمة الأمراض المشتركة بين الجزر والكرفس ما يلى:

المرض	المسبب
البياض الدقيقى	*Erysiphe heraclei*
عفن الجذور الأسود	*Alternaria radicina*
عفن التاج والجذور	*Phoma apiicola*
عفن الجذور الأرجوانى	*Helicobasidium purpureum*
ميكوبلازما اصفرار الأستر	Aster yellows mycoplasm
نيماتودا تعقد الجذور	*Meloidogyne* spp.

ويصاب الكرفس بعديد من الأمراض التى تنتقل مسبباتها عن طريق البذور. وتحتاج هذه الأمراض إلى عناية خاصة بمكافحتها فى حقول إنتاج البذور، وهى كما يلى:

١ – الفطران: *Alternaria lauci*، و *A. radicina* المسببان لأعفان الجذور.

٢ – الفطر *Botrytis cinereea* المسبب للعفن الرمادى.

٣ – الفطر *Cercospora apii* المسبب للندوة المبكرة.

٤ – الفطر *Phoma apiicola* المسبب لتقرحات الساق وأعفان الجذور.

٥ – الفطر *Septoria apiicola* المسبب للندوة المتأخرة.

٦ – الفطران: *Gibberella avenacea* (: *Fusariam avenacea*)، و *Verticillium albo-atrum* المسببان لأمراض الجذور والذبول.

٧ – البكتيريا *Erwinia carotovora* المسببة للعفن الطرى.

٨ – البكتيريا *Pseudomonas apii* المسببة للفحة البكتيرية.

٩ – فيرس Strawberry latent ringspot.

تبقع الأوراق السبتورى (الندوة المتأخرة)

يسبب الفطر *Septoria apiicola* مرض تبقع الأوراق السبتورى Septoria leaf spot، أو الندوة المتأخرة leaf blight فى الكرفس. ينتقل الفطر بواسطة البذور، وينتشر فى معظم أنحاء العالم، ويعتبر أهم الفطريات التابعة للجنس *Septoria*، ويسبب أهم أمراض الكرفس.

تبدأ أعراض الإصابة على شكل بقع صفراء صغيرة تصبح فيما بعد متحللة، ويتراوح قطرها من أقل من ٣ مم إلى ١٠ مم عندما تلتحم عدة بقع منها مجتمعة. تكون البقع المتحللة ذوات حافة محدودة، وتحاط بهالة صفراء، ينتشر فيها ميسيليوم الفطر أيضًا (شكل ١٠-١، يوجد فى آخر الكتاب). وتنتشر الأجسام البكنيدية للفطر - وهى سوداء صغيرة - فى الأنسجة المصابة. وتكون البقع المتحللة ذوات لون بنى مائل إلى الأحمر، وتكون أقتم لونًا قرب الحافة. وقد تصاب أعناق الأوراق هى الأخرى.

تعتبر البذور المصابة (داخليًا وخارجيًا على السطح) وسيلة الانتشار الرئيسية للفطر، الذى يعيش أيضًا فى بقايا النباتات المتحللة فى التربة. ورغم أن المرض قد يظهر أحيانًا فى مراقد البذور، ويؤدى إلى موت البادرات، إلا أنه لا يكون خطيرًا عادة إلا فى نهاية الموسم قرب الحصاد.

يتراوح المجال الحرارى الملائم لإنبات الجراثيم من ٢٠-٢٥°م. وتساعد الأمطار ومياه الرى بالرش على انتقال جراثيم الفطر من النباتات المصابة إلى السليمة.

وقد ازداد عدد البقع المرضية بارتفاع الحرارة حتى ٢٠°م، ثم انخفض العدد بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك. وفى أى درجة حرارة بين ١٠، و ٢٠°م ازداد عدد البقع المرضية المتكونة بزيادة فترة ابتلال الأوراق حتى ٩٦ ساعة، ولكن فى الحرارة العالية (٢٥، و ٣٠°م) تكون عدد أقل من البقع بعد ٧٢، و ٤٨ ساعة على التوالى. وقد بلغ عدد البقع المرضية حده الأقصى فى حرارة ٢٥°م مع فترة ابتلال مقدارها ٧٢ ساعة، وبلغ حده الأدنى فى حرارة ١٠، و ٣٠°م (Mathieu & Kushalappa ١٩٩٣). وفى دراسة أخرى لم تتكون بقع سبتوريا المرضية بأعداد جوهرية (لا تقل عن بقعة واحدة بكل وريقة) إلاّ بعد ٢٤ ساعة متواصلة من الابتلال خلال الخمسة عشر يومًا التالية للعدوى،

وذلك على ٢١ْم. وقد ظهرت البقع المرضية فى خلال ثمانية أيام من العدوى بعد ٣٦–٤٨ ساعة من الابتلال، وبلغ عدد البقع المتكونة حده الأقصى (١٤ بقعة/وريقة) بعد ٢١ يومًا على ٢١ْم (Lacy ١٩٩٤).

ويكافح المرض بالوسائل التالية:

١ – اتباع دورة زراعية ثنائية.

٢ – معاملة البذور بالماء الساخن على ٥٠ْم لمدة ٢٥ دقيقة.

٣ – نقع البذور لمدة ٢٤ ساعة على ٣٠ْم فى معلق الثيرام بتركيز ٠.٢٪.

٤ – الرش فى الحقل بالمبيدات الفطرية المناسبة؛ مثل الزنيب، والمانيب.

٥ – زراعة الأصناف المقاومة مثل إمرسون باسكال Emerson Pascal.

الندوة المبكرة

يسبب الفطر *Cercospora apii* مرض لفحة سركسبورا أو اللفحة المبكرة Early Blight فى الكرفس.

تظهر الأعراض على صورة بقع مستديرة صفراء اللون، تزيد بسرعة فى المساحة حتى يصل قطرها إلى نحو ١ سم، أو أكثر، وتصبح ذات لون بنى قاتم. وتكون البقع مستطيلة على أعناق الأوراق. وتزيد الإصابة على الأوراق الكبيرة (شكل ١٠–٢، يوجد فى آخر الكتاب).

ينتقل الفطر عن طريق البذور، ويعيش على بقايا النباتات المصابة فى التربة، وتنتشر جراثيمه الكونيدية بواسطة الرياح، ورذاذ الأمطار. يزداد تكون الجراثيم بعد انقضاء مدة ٨ ساعات أو أكثر فى جوٍّ تسوده رطوبة نسبية عالية، ودرجة حرارة تقل عن ١٥ْم.

ويكافح المرض باتباع الوسائل التالية:

١ – معاملة البذور بالماء الساخن على ٥٠ْم لمدة ٢٥ دقيقة، أو نقعها لمدة ٢٤ ساعة فى معلق الثيرام، بتركيز ٠,٢٪ على ٣٠ْم لمدة ٢٤ ساعة.

٢ – الرش فى الحقل بالثيرام، أو الزينب، إلا أن الأمر يحتاج إلى عدد كبير من الرشات.

٣ – اتباع دورة زراعية طويلة.
٤ – قلب بقايا النباتات المصابة – عميقًا – في التربة.
٥ – زراعة الأصناف التي تتحمل الإصابة، وهي متوفرة (Dixon ١٩٨١).

الاصفرار الفيوزاري

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* مرض الاصفرار الفيوزاري Fusarium Yellows في الكرفس.

تظهر أعراض الإصابة (شكل ١٠-٣، يوجد في آخر الكتاب) على صورة تقزم شديد واصفرار واضح بالأوراق، ويتغير لون نسيج الخشب في الجذور، والتاج، وأعناق الأوراق إلى اللون البرتقالي، ثم إلى البني. ويتغير لون التاج تدريجيًّا إلى اللون الأسود، ثم تصاب بالعفن البكتيري الطري ويتحلل. ويكون طعم النبات مرًّا.

يعيش الفطر في التربة، وتشتد الإصابة في الأراضي الخفيفة، وتناسبه الرطوبة الأرضية العالية.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلي:
١ – اتباع دورة زراعية مناسبة.
٢ – زراعة الأصناف المقاومة.
٣ – تحسين الصرف، وعدم الإفراط في الري.

عفن اسكيروتينيا

يسبب الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* مرض عفن اسكيروتينيا Sclerotinia Rot، أو العفن الوردي Pink Rot في الكرفس.

تظهر أعراض الإصابة على صورة عفن أبيض مائل إلى الوردي على أعناق الأوراق قرب قاعدة النبات، يتبعه ظهور عفن طري مائي. وتظهر في المنطقة المصابة أجسام صغيرة سوداء صلبة، هي الأجسام الحجرية للفطر (شكل ١٠-٤، يوجد في آخر الكتاب). ويرى – غالبًا – نمو قطني من ميسيليوم الفطر في المنطقة المصابة. وقد تظهر

الإصابة بعد الحصاد أثناء النقل والتخزين، كما قد يسبب الفطر ذبولاً طريًا فى المشاتل.

يصيب الفطر أعدادًا كبيرة من النباتات، منها الخس، والطماطم، والفاصوليا، وبعض نباتات الزينة، ويناسبه الجو البارد الرطب، ويعيش فى التربة على صورة أجسام حجرية، ويكافح بمعاملة التربة بالداى كلوران dicloran.

عفن رايزوكتونيا

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* عفن رايزوكتونيا Rhizoctonia Crater فى الكرفس.

تظهر أعراض الإصابة فى البداية على أعناق الأوراق الخارجية الملامسة للتربة على شكل بقع غائرة، محددة الحافة، ذات لون رصاصى إلى بنى. وقد تظهر الأعراض – أحيانًا – على السطح الداخلى لأعناق الأوراق.

يعيش الفطر فى التربة، ويزداد المرض خطورة، مع توالى زراعة الكرفس فى نفس الحقل عامًا بعد آخر. لذا .. فإن اتباع دورة زراعية مناسبة يعد أهم وسيلة لمكافحة المرض (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

تبقع الأوراق البكتيرى

تسبب البكتيريا *Pseudomonas syringae* pv. *apii* مرض تبقع الأوراق البكتيرى Bacterial leaf spot فى الكرفس.

تظهر الأعراض على صورة بقع صغيرة دائرية، ذات لون بنى مائل إلى الأحمر، وحافة صفراء، ويمكن تمييزها عن الندوة المتأخرة بخلوها من الأجسام الثمرية السوداء. ينتشر المرض بسرعة فى الجو الحار الرطب.

تنتقل البكتيريا بسهولة عن طريق البذور حيث تصاب نسبة كبيرة من البذور التى تُنتج على نباتات مصابة، لكن يمكن بمعاملة البذور بالماء الساخن على ٥٠ْم لمدة ٢٥ دقيقة تخليصها من أكثر من ٩٩,٩٪ من البكتيريا التى تلوثها (Little وآخرون ١٩٩٧).

العفن الطرى البكتيرى

تسبب البكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *carotovora* مرض العفن الطرى البكتيرى bacterial soft rot فى الكرفس.

تظهر الأعراض على صورة بقع صغيرة مائية المظهر، تتكون بالقرب من قاعدة أعناق الأوراق، وتتغير بسرعة لتصبح غائرة، وهى ذات لون بنى قاتم وحافة محددة (شكل ١٠-٥، يوجد فى آخر الكتاب). كما يحدث العفن كذلك فى الأنسجة الغضة فى قلب النبات. تحدث الإصابة من خلال الجروح، وتنتشر فى الجو الحار الرطب.

ويكافح المرض بنزع الأوراق المصابة، وسرعة إجراء عملية التبريد الأولى بعد الحصاد، والتخزين فى درجة الصفر المئوى.

الفيروسات

فيرس موزايك الخيار

تظهر أعراض الإصابة بفيرس موزايك الخيار cucumber mosaic virus على صورة تبرقشات خضراء قاتمة، وخضراء فاتحة بالأوراق، ومناطق متحللة بأعناق الأوراق التى تأخذ لونًا بنيًّا فاتحًا. ينتقل الفيرس بواسطة المنّ وميكانيكيًّا، وله عوائل أخرى كثيرة بالإضافة إلى الكرفس، وتصعب مكافحته، ولكنه قليل الأهمية.

فيرس الذبول المتبقع

تظهر أعراض الإصابة بفيرس الذبول المتبقع spotted wilt virus على صورة بقع صغيرة صفراء على الأوراق، تصبح فيما بعد متحللة. كما تظهر مناطق متحللة بنسيج النخاع فى أعناق الأوراق، تصبح فيما بعد على صورة نقر غائرة بنية اللون.

ينتقل الفيرس بواسطة حشرة التربس، وله عدد من العوائل الأخرى، منها الطماطم، والفلفل، والخس وعدد من نباتات الزينة، ولا تعرف طريقة لمكافحته، وهو غير معروف فى مصر.

فيرس موزايك الكرفس الغربى Celery western mosaic virus

ينتقل الفيرس بواسطة عدة أنواع من المنّ.

فيرس تبقع الكرفس الحلقى Celery ring sport virus

ينتقل الفيرس بواسطة أحد أنواع المنّ، كما ينتقل – ميكانيكيًا – بصعوبة.

فيرس اصفرار الكرفس الشبكى Celery yellow net virus

ينتقل الفيرس ميكانيكيًّا.

ويمكن الرجوع إلى (Dixon ١٩٨١) لمزيد من التفاصيل عن هذه الفيروسات وغيرها من تلك التى تصيب الكرفس.

النيماتودا

يصاب الكرفس بعدة أنواع نيماتودية، منها: نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp.) – وقد سبقت مناقشتها ضمن آفات الجزر فى الفصل الأول – ونيماتودا التقرح (*Pratylenchus* sp.، و *Paratylenchus* sp.) التى تحدث تقرحات بالجذور، وتقزمًا بالنباتات.

الحشرات

يصاب الكرفس بالمنّ، ودودة ورق القطن، والدودة القارضة، ونافقات الأوراق.

وقد استخدمت فى تخليص الكرفس من نسبة كبيرة من الحشرات الصغيرة آلة خاصة تمر من فوق خطوط النباتات وتقوم بإثارة تلك الحشرات بدفع تيار قوى من الهواء نحو النباتات من جانبى الخط فى ذات الوقت الذى يتم فيها شفط الهواء من أعلى الخطوط بقوة؛ مما يؤدى إلى شفط الحشرات المثارة. وقد أحدثت هذه الآلة نقصًا تراوح بين ٥٠٪، و ٧٥٪ فى أعداد الـ aleyrodids، والـ *Empoasca*، والمنّ. كذلك انخفضت أعداد الحشرات الكاملة لصانعات الأنفاق إلاّ أن ذلك الانخفاض كان مؤقتًا بسبب قدرتها القوية على الطيران (Weintraub وآخرون ١٩٩٦).

ولمزيد من التفاصيل عن أمراض وآفات الكرفس وطرق مكافحتها .. يراجع Rubatzky وآخرون (١٩٩٩).

الفصل الحادى عشر

تعريف بالبطاطا وأهميتها وأصنافها

تعريف بالبطاطا وأهميتها وأصنافها

يطلق على البطاطا اسم "بطاطا حلوة"، أو "فندال" في عدد كبير من الدول العربية، بينما يقتصر استعمال اسم "بطاطا" في هذه الدول على المحصول المعروف باسم "بطاطس" في مصر. تعرف البطاطا في الإنجليزية باسم sweetpotato واسمها العلمى *Ipomoea batatas* (L) Lam.، وهى أهم محاصيل الخضر التى تتبع العائلة العليقية Convolvulaceae (أو Morning Glory Family)؛ فهى الوحيدة ذات القيمة الاقتصادية كغذاء.

تضم العائلة العليقية نحو ٤٥ جنسًا وحوالى ١٠٠٠ نوع. ومعظم نباتاتها عشبية حولية، أو متسلقة معمرة. تتميز بأن أوراقها متبادلة وبسيطة، وأن أزهارها كبيرة ومميزة. تتركب الزهرة من خمس بتلات ملتحمة على شكل قمعى، أو ناقوسى، وخمس سبلات ملتحمة عند القاعدة، وخمس أسدية متبادلة مع البتلات وملتحمة مع التويج، و ١–٣ أمتعة. والمبيض فيها علوى، والثمرة علبة تتكون من غرفتين.

وتجدر الإشارة إلى أنه يطلق – أحيانًا – على أصناف البطاطا ذات اللُب الطرى الناعم الجيلاتينى بعد الطهى اسم "يام" yam؛ لتميزها عن الأصناف ذات اللب الجاف. ويجب ألا تؤدى هذه التسمية إلى الخلط بين البطاطا، واليام الحقيقى الذى ينتمى للجنس *Dioscorea*، والعائلة اليام Dioscoreaceae.

الموطن وتاريخ الزراعة

لا يعرف الموطن الأصلى للبطاطا عل وجه التحديد ولم تشاهد نامية بريًا، ولكن يعتقد أنها نشأت في الأمريكتين. وأغلب الظن أن نشأتها كانت في المنطقة الممتدة من جنوب المكسيك حتى شمال أمريكا الجنوبية. وقد وجدت بقايا جذور بطاطا في سواحل

بيرو، وأمكن الاستدلال من – تحليل الكربون بها – على أن عمرها يتراوح بين ٨٠٠٠ و ١٠٠٠٠ سنة قبل الميلاد (Yen ١٩٧٦)؛ مما يدل على أن موطن البطاطا ربما كان فى الإنديز وليس فى أمريكا الوسطى.

وتعتبر أمريكا الجنوبية أكثر المناطق الجغرافية غنى فى الطرز البرية من البطاطا. وهى غنية فى الاختلافات الوراثية من البطاطا، وفى الأنواع الأخرى من الجنس *Ipomoea*، خاصة فى المنطقة المحصورة بين غابات الأمازون، ومرتفعات جبال الإنديز (Yen ١٩٧٤).

ينمو أقرب الأنواع للبطاطا – وهو *I. trifida* – بريًّا فى المكسيك. كما ينمو نوع آخر – هو *I. tiliacea* – فى الإنديز الغربية. ومن الأنواع البرية الأخرى القريبة من البطاطا النوع *I. tabascana*.

وقد اقترح أن ثمار البطاطا العلبة ربما حملت مع التيارات المائية من نصف الكرة الغربى إلى سواحل أفريقيا الغربية؛ مما يفسر القول بزراعتها فى العالم القديم قبل القرن الثامن الميلادى كما يعتقد البعض (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

هذا .. ولم تذكر البطاطا فى أى من حضارات العالم القديم، سواء فى مصر، أم بابل، أم الصين، أم فارس، أم لدى الإغريق، أو الرومان. ويعطى Purseglove (١٩٧٤)، و Yen (١٩٨٢) عرضًا شائقًا لتاريخ زراعة البطاطا، والطرق المحتملة التى انتشرت بها زراعة البطاطا فى المناطق الاستوائية من العالم القديم.

الاستعمالات

تستعمل جذور البطاطا فى الأغراض التالية:

١ – غذاء الإنسان .. تستعمل الجذور بعد طهيها بالسلق فى الماء، أو بالشى فى الأفران أو على اللهب مباشرة، أو بالتحمير.

٢ – التصنيع لغذاء الإنسان .. مثل الشبس، والتعليب، والتجميد.

وكما هو الحال مع درنات البطاطس، فإن جذور البطاطا يمكن استخدامها فى صناعة الشبس، ولكن إقامة صناعة كهذه على أساس اقتصادى تتطلب توفر إمدادات من

محصول البطاطا بقدر يكفى حاجة التصنيع على مدار العام؛ الأمر الذى يتطلب تخزينًا جيدًا للمحصول لمدة لا تقل عن ثمانية شهور، وهو أمر ميسور إذا ما اتبعت الطرق السليمة فى معالجة الجذور، وتداولها، وتخزينها.

٣ - غذاء الحيوان بعد الغسيل والتنظيف بالتفريش، والفرم أو التقطيع إلى شرائح، والمعاملة بثانى أكسيد الكبريت، ثم التجفيف السريع إما فى الشمس أو فى الهواء الساخن على حرارة ٨٠°م.

٤ - استخراج النشا لاستعماله فى صناعة النسيج وإنتاج الكحول.

كذلك تستعمل الأوراق فى غذاء الإنسان والحيوان علمًا بأنها تحتوى - على أساس الوزن الجاف - على ٨٪ نشا، و ٤٪ سكر، و ٢٧٪ بروتين، و ١٠٪ رماد، كما تحتوى على كاروتين بتركيز ٥٦ مجم لكل ١٠٠ جم مادة جافة (عن Onwueme ١٩٧٨).

وللبطاطا استعمالات أخرى كثيرة تناولها بالشرح كل من: Purseglove (١٩٧٤)، و Wang (١٩٨٢)، و Winaro (١٩٨٢) الذى استعرض منتجات البطاطا الصناعية بالتفصيل.

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من جذور البطاطا على المكونات الغذائية التالية: ٧٠,٦ جم رطوبة، و ١١٤ سعرًا حراريًا، و ١,٧ جم بروتينًا، و ٠,٤ جم دهونًا، و ٢٦,٣ جم مواد كربوهيدراتية، و ٠,٧ جم أليافًا، و ١.٠ جم رمادًا، و ٣٢ جم كالسيوم، و ٤٧ جم فوسفورًا، و ٠,٧ جم حديدًا، و ١٠ جم صوديوم، و ٢٤٣ مجم بوتاسيوم، و ٣١ مجم ثيامين، و ٠.٠٦ مجم ريبوفلافين، و ٠,٦ مجم نياسين، و ٢١ مجم حامض الأسكوربيك. أما المحتوى من فيتامين أ، فهو آثار فى الأصناف ذات الجذور البيضاء، و ٦٠٠ وحدة دولية فى الأصناف ذات اللب الأصفر، ويصل إلى ٢٠٠٠٠ وحدة دولية فى الأصناف ذات اللب البرتقالى، بمتوسط عام قدره ٨٨٠٠ وحدة دولية فى مختلف الأصناف الصفراء والبرتقالية اللون (Watt & Merrill ١٩٦٣).

يتضح مما تقدم أن البطاطا تعد من الخضر الغنية جدًا بالمواد الكربوهيدراتية، وفيتامين أ، والنياسين، كما تعتبر غنية بمحتواها من فيتامين جـ.

أما النموات الخضرية للبطاطا (الأوراق والسيقان) .. فإنها مصدر بروتيني جيد في المناطق الاستوائية التي تستهلك فيها البطاطا كمحصول ورقي؛ إذ تتراوح نسبة البروتين بها بين ٢١,٧، و ٣١,٣٪ على أساس الوزن الجاف (Wang ١٩٨٢).

هذا .. إلاّ أن أصناف البطاطا تتباين كثيرًا في محتوى جذورها من مختلف المكونات الغذائية.

ففي دراسة شملت ١٢ صنفًا من البطاطا .. تباين محتوى الجذور من بعض المكونات الغذائية كما يلي (Takahata وآخرون ١٩٩٣).

المادة الجافة: ١٩,٢-٤١,٣٪.

الفراكتوز: ١,١٦-١٧,٥٦ مجم/جم.

الجلوكوز: ٠,٦٠-١٨,٠٥ مجم/جم.

السكروز: ٨,٩-٣٠,٩ مجم/جم.

المالتوز: ١,٨-١٣١,٤ مجم/جم.

البيتا كاروتين: ١.١-٢٣٦,٦ مجم/١٠٠ جم.

كذلك تباين محتوى جذور ستة أصناف من البطاطا من مختلف العناصر والكاروتين - على أساس الوزن الطازج - كما يلي:

البروتين: ١,٣٦-٢,١٣٪.

الفوسفور: ٣٨-٦٤ مجم/١٠٠ جم.

البوتاسيوم: ٢٤٥-٤٠٣ مجم/١٠٠ جم.

الكالسيوم: ٢٠-٤١ مجم/١٠٠ جم.

المغنيسيوم: ١٣-٢٢ مجم/١٠٠ جم.

الكاروتينات الكلية: ٥-١١,٥ مجم/١٠٠ جم.

وقد ازداد تركيز الكاروتينات قليلاً بعد العلاج وخلال فترة قصيرة من التخزين على ٧، أو ١٥,٦، و ٢٦,٦°م (Picha ١٩٨٥).

وتحتوى جذور البطاطا على ٥٠-٨١٪ رطوبة، و ٨-٢٩٪ نشا. ويتكون النشا من حوالى ٢٥٪ أميلوز، و ٧٥٪ أميلوبكتين. ويتحول معظم النشا إلى مالتوز أثناء الطهى؛ مما يجعل المنتج المطهى أكثر حلاوة من الجذور الطازجة.

وتشكل المواد الكربوهيدراتية حوالى ٧٥-٩٠٪ من المادة الجافة بجذور البطاطا.

وتراوح المحتوى البروتينى لعشرة أصناف من البطاطا بين ١,٣٪، و ٣,١٪ على أساس الوزن الجاف (Yeoh & Truong ١٩٩٦). ويتكون حوالى ثلثا البروتين من الجلوبيولين، وهو يتميز بقيمة عالية نظرًا لاحتوائه على كميات جيدة من معظم الأحماض الأمينية الضرورية، ولكن يعيبه انخفاض محتواه من التربتوفان والأحماض الأمينية التى تحتوى على الكبريت.

وقد كانت غالبية جذور البطاطا البيضاء والباهتة خلوًا من أى نشاط لبادئات فيتامين أ (وهى البيتا كربتوزانثين β-cryptoxanthin، والألفا كاروتين alpha-carotene، والبيتا كاروتين β-carotene)، بينما يتراوح محتوى البيتا كاروتين فى الجذور ذات اللون الداخلى الأصفر الباهت جدًا إلى البرتقالى القاتم ما بين ميكرو جرام واحد، و ١٩٠ ميكروجراما لكل جرام من الوزن الجاف (Simonne وآخرون ١٩٩٣).

وتعتبر قشرة الجذر أغنى من الطبقات التى تليها فى كل من البروتين، والعناصر، وغيرهما من المكونات الغذائية غير الكربوهيدراتية.

وتحتوى جذور البطاطا الطازجة (غير المطبوخة) على مثبط للتربس trypsin inhibitor يقلل من هضم البروتين فى الجسم، إلا أن هذا المثبط يتحطم عند إعداد البطاطا للأكل.

الأهمية الاقتصادية

تعد البطاطا سابع أهم المحاصيل الغذائية على مستوى العالم، ورابع أهم محاصيل الغذاء فى المناطق الاستوائية. وقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالبطاطا فى العام عام ١٩٩٩ نحو ٩٠٨١ ألف هكتار، وكان معظمها فى قارتى: آسيا (٦٧١٥ ألف هكتار) وأفريقيا (١٩٨٨ ألف هكتار). وكانت أكثر الدول من حيث المساحة المزروعة هى: الصين (٥٨١٠ ألف هكتار) – وهى التى أنتجت ٨٥٪ من الإنتاج العالمى من البطاطا – فأوغندا (٥٦٠ ألف هكتار)، ثم نيجيريا (٢٨٢ ألف هكتار)، فتنزانيا (٢٨٠ ألف هكتار)، وتلتها فيتنام (٢٦٩ ألف هكتار)، ثم إندونيسيا (٢١٠ ألف هكتار). وفى ذلك

العام لم يزرع بالولايات المتحدة سوى ٣٤ ألف هكتار. وكانت أكثر الدول العربية زراعة للبطاطا هى: مصر (٨ آلاف هكتار)، ثم المغرب والسودان (ألف هكتار لكل منهما). ومن بين هذه الدول كانت أعلى إنتاجية للهكتار فى مصر (٢٤,٦ طنًّا)، فالصين (١٩,٨ طنًّا)، فالولايات المتحدة (١٦,٢ طنًّا)، فالمغرب (١٣,٤ طنًّا)، فإندونيسيا (٩,٦ أطنان). وقد بلغ متوسط الإنتاج العالمى ١٤,٩ طنًّا للهكتار (FAO ١٩٩٩).

وقد بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالبطاطا فى مصر عام ٢٠٠٠ نحو ٢١٦٨٧ فدان، وكان متوسط الإنتاج ١١,٥ طنًّا للفدان. وقد تصدرت دمياط المحافظات من حيث المساحة المنزرعة (٤٧٢٩ فدانً)، وتلتها البحيرة (٤٧٢٥ فدانًا)، ثم كفر الشيخ (٤٥٣٧ فدانًا)، والإسكندرية (١٩٢٦ فدانًا)، والبحر الأحمر (١١٨٧ فدانًا)، كما زرع بمنطقة النوبارية وحدها (٣٥٢١ فدانًا)، وكان الترتيب التنازلى لها فى إنتاج الفدان، كما يلى: الإسكندرية (١٦,٤ طنًّا)، وكفر الشيخ (١٦,١ طنًّا)، والبحر الأحمر (١٤,٥ طنًّا)، والبحيرة (٩.٩ أطنان)، ودمياط (٩,١ أطنان)، والنوبارية (٧,٦ أطنان) (الإدارة المركزية للإحصاء الزراعى – وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية – ٢٠٠٠).

الوصف النباتى

البطاطا نبات عشبى معمر، لكن تجدد زراعته سنويًّا، ويوجد اللبن النباتى (أو اليتوع) Latex فى جميع أجزاء النبات.

الجذور

إن جذور البطاطا كثيفة الانتشار فى التربة؛ فهى تنتشر بعد حوالى ٤٥ يومًا من الزراعة إلى مسافة ٦٠–٩٠ سم جانبيًّا، و ٥٧ سم رأسيًّا، ويكون تفريعها جيدًا. ويحتوى النبات البالغ على نحو ٤–١٠ جذور لحمية. تنمو الجذور الليفية الماصة أفقيًّا ورأسيًّا لمسافة ١٢٠ سم، إلا أن المنطقة التى تزيد فيها كثافة الجذور تكون فى حدود ٩٠ سم أفقيًّا، و ٧٥ سم رأسيًّا (Weaver & Bruner ١٩٢٧).

هذا .. وجذور البطاطا عرضية. تخرج الجذور من عقد الساق التى توجد أسفل سطح

التربة عند الإكثار بالعقل الساقية، ومن أى جزء آخر من الساق يلامس تربة رطبة. تكون الجذور ليفية في البداية، ثم يزداد بعضها في السمك مع تقدمها في العمر. وتتكون الجذور المتضخمة عند قاعدة العقلة السفلية.

يبدأ امتلاء الجذور بعد نحو شهرين من الزراعة. ولا توجد عيون بالجذور المتدرنة، ولكن تتكون عليها – عند زراعتها – براعم عرضية، تنمو معطية نموات هوائية، تتكون عليها جذور عرضية ليفية في الأجزاء الموجودة أسفل سطح التربة.

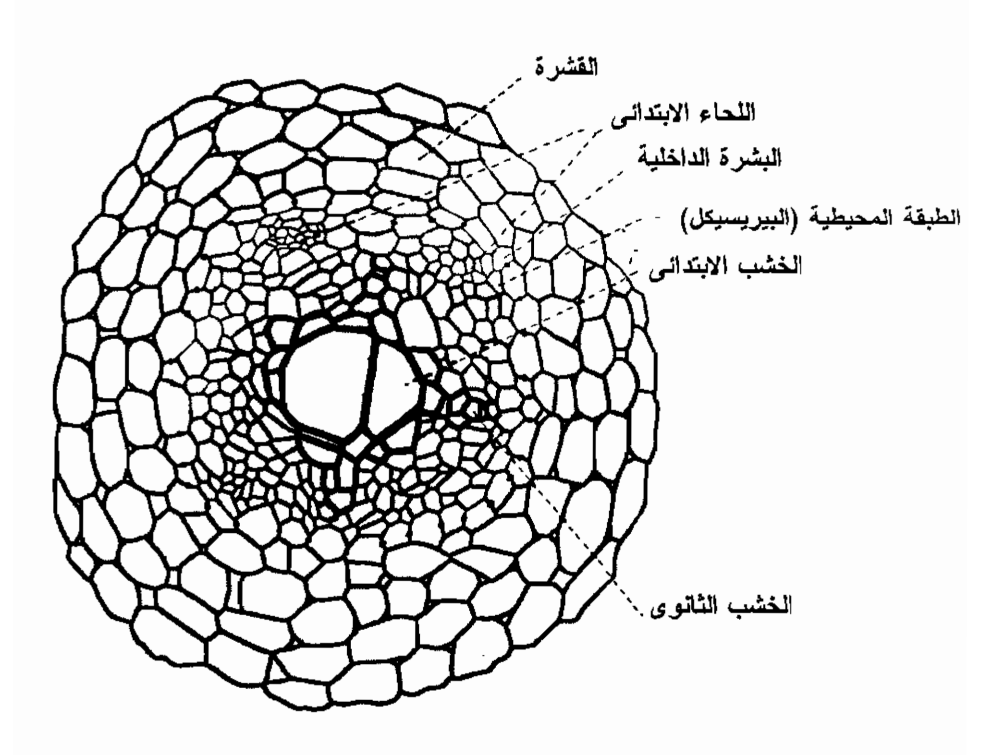
وتختلف الجذور المتدرنة في الشكل من الكروى إلى المغزلى، وفي الوزن من ١٠٠ إلى ٤٠٠ جم، وقد تكون ملساء أو مضلعة، وتتباين في اللون الخارجي بين الأبيض، والأصفر، والبرتقالى، والنحاسى، والأحمر، والقرمزى، والبنى. كما تتباين في اللون الداخلى بين الأبيض، والأصفر، والبرتقالى، والأحمر، والقرمزى.

يتميز الجذر الصغير الحديث التكوين (شكل ١١-١) بأن به طبقة قشرة سمكية تفصلها عن النسيج الوعائى طبقة من البشرة الداخلية endodermis وطبقة محيطية pericycle. ويترتب الخشب واللحاء قطريا في حزم متبادلة. يتكون الكامبيوم مبكرًا ويكون أسطوانة غير منتظمة تفصل الخشب عن اللحاء. ومع زيادة الجذور في الحجم تتكون الخلايا الجديدة – بواسطة الكامبيوم – بسرعة أكبر بين أطراف الخشب؛ مما يجعل أسطوانة الكامبيوم أكثر انتظامًا بصورة تدريجية (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

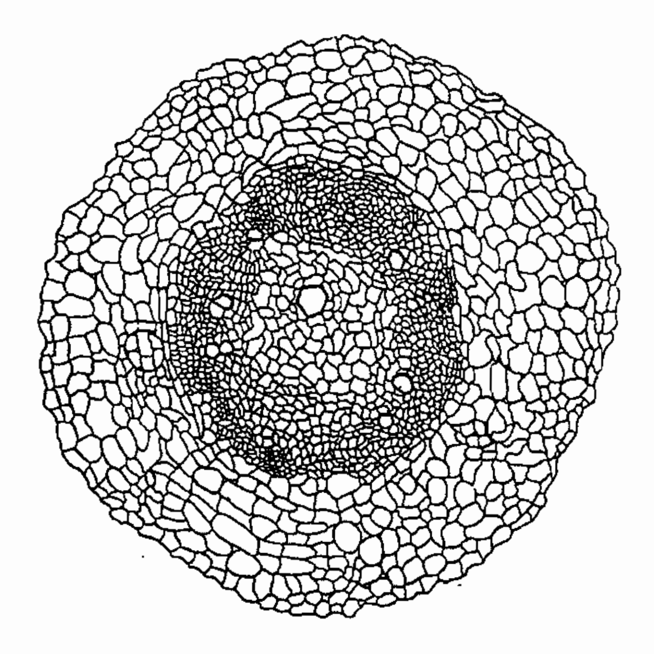
وتحتوى غالبية الجذور على أربع حزم من الخشب الأولى في مركز الجذر، وأربع مجاميع أخرى من اللحاء الابتدائى بين حزم الخشب، إلا أن عددًا قليلاً من الجذور يحتوى كل منها على خمسة أو ست حزم خشبية بدلاً من أربع، وتلك هى التى تتضخم فيما بعد إلى جذور خازنة (عن Onwueme ١٩٧٨).

يبدأ تضخم الجذر اللحمى على مسافة قصيرة من مكان اتصال الجذر بالساق، وذلك بحدوث انقسامات سريعة في وسط النسيج البرانشيمى. وبزيادة الانقسام ينفصل الخشب إلى حزم يتكون كل منها من وعاء واحد إلى عدة أوعية. ويلى ذلك مباشرة تكوّن كامبيوم ثانوى يعطى – في جميع مراحل نمو الجذر – حزمًا جديدة متناثرة من الخشب واللحاء لا يلبث أن تحاط كل منها – من جديد – بكامبيوم جديد. وفي القطاع العرضى لجذر

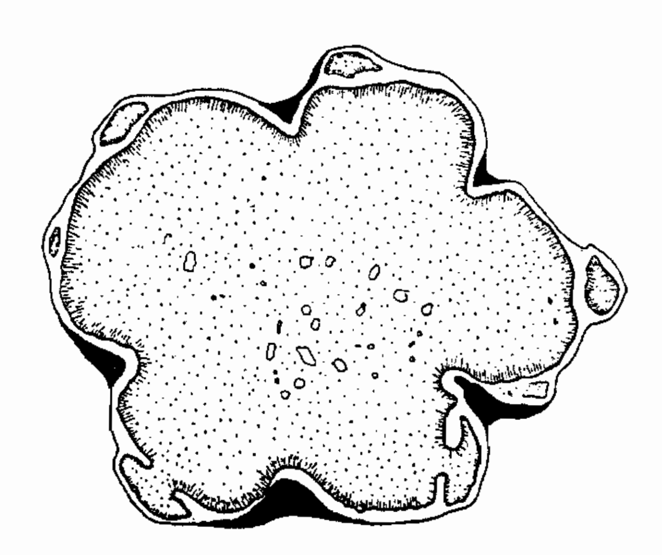
لحمى يُشاهد الخشب فى مجاميع منعزلة، محاطًا بخلايا نشطة فى النمو، ويزداد عدد خلايا الخشب ليستوعب الزيادة فى محيط الجذر (شكل ١١-٢). هذا وتمتلئ الخلايا البرانشيمية وخلايا الكامبيوم بحبيبات النشا. وكثيرًا ما تشق مجاميع من عناصر الخشب - على شكل حزم - طريقًا لها خلال القشرة وتستمر فى النمو على السطح مكونة ما يعرف بـ "العروق" veins، فيما يعرف بظاهرة التعريق (شكل ١١-٣). ويحدث التعريق عندما تزداد الجذور فى الحجم بسرعة كبيرة جدًّا. تُغطى الخلايا المحيطية للجذر بطبقة من البشرة epidermis، سريعًا ما تتمزق وتختفى ويحل محلها البيريدوم periderm الذى يزداد فى السمك بعد حصاد الجذور. ويظهر فى القطاع العرضى للجذر اللحمى طبقة ضيقة من القشرة مغطاة بالبيريدرم، وقلب مركزى من الخلايا البرانشيمية الخازنة تتناثر فيها حزم النسيج الوعائى (عن Jones & Roza ١٩٢٨).



شكل (١١-١): قطاع عرضى فى جذر بطاطا حديث.

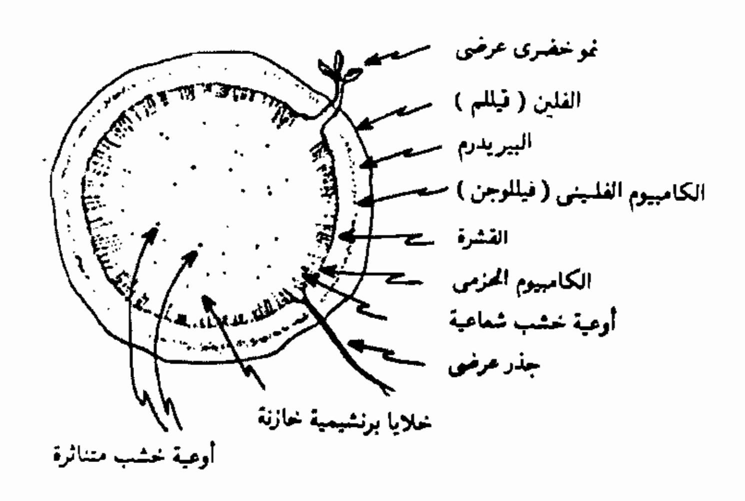


شكل (١١-٢): قطاع عرضى فى جذر بطاطا بسمك ٤ مم. تنتشر فى القطـــاع مجموعـــات مـــن الخشب الثانوى والكامبيوم الثانوى، إلا أن القشرة ما زالت سميكة.



شكل (١١-٣): قطاع عرضى فى جذر بطاطا ناضج سميك تظهر فيه العروق كبروزات سطحية (عن Jones & Roza ١٩٢٨).

وبذا .. فإن الجذور المتدرنة الحديثة تتكون من بشرة، وقشرة سميكة نسبيًّا، وطبقة محيطة (بيريسيكل)، وبشرة داخلية (إندوديرمز)، وحزم وعائية شعاعية (radial bundles). ومع تقدم الجذور فى العمر وكبرها فى الحجم .. تختفى طبقة البشرة، وتحل محلها طبقة الفلين phellum، التى تنتشر فيها العديسات، كما ينشأ كامبيوم حزمى، يعطى لحاء ثانويًّا على شكل خيوط متناثرة (شكل ١١-٤). تعمل طبقة الفلين على تقليل فقدان الرطوبة من الجذور، ومقاومة الإصابة بالكائنات المسببة للعفن. تكون هذه الطبقة رقيقة، وضعيفة التكوين، وتسهل إزالتها بالاحتكاك عند الحصاد، ولكنها تقوى وتزيد فى السمك بعد إجراء عملية العلاج التجفيفى للجذور بعد الحصاد (Edmond وآخرون ١٩٧٥).



شكل (١١-٤): التركيب التشريحى لقطاع عرضى فى جذر البطاطا المتضخم.

الساق والأوراق

إن ساق البطاطا زاحفة، ومتفرعة، ذات لون أخضر أو قرمزى. وقد تكون طويلة أو قصيرة، إلا أن عدد العقد يكون متقاربًا فى الحالتين؛ فلا يختلفان إلا فى طول السلاميات. ويتراوح طول النبات ما بين حوالى ٦٠ سم فى الطرز غير المفترشة vinless، إلى أكثر من ٦ أمتار فى الطرز "المفترشة" viny. هذا مع العلم أن عدد عقد الساق يتساوى فى الطرازين، إلاّ أن السلاميات تكون أقصر كثيرًا فى الطرز غير المفترشة مقارنة

بالمفترشة؛ فهى تتراوح بين ٢، و ١٠ سم طولاً. أما قطر الساق فإنه يتراوح بين ٣، و ١٠ مم.

أما الأوراق .. فهى قلبية مفصصة بدرجات متفاوتة، كاملة الحافة ذات عنق طويل، وتوجد بسطحها العلوى شعيرات قليلة. وهى تحمل على الساق فى ترتيب حلزونى. التعريق راحى، وتكون العروق بارزة على السطح السفلى للورقة، ويكون لونها هو لون الساق غالبًا. توجد - عادة - ندبة قرمزية اللون عند اتصال نصل الورقة بالعنق (استينو وآخرون ١٩٦٣، و Purseglove ١٩٧٤).

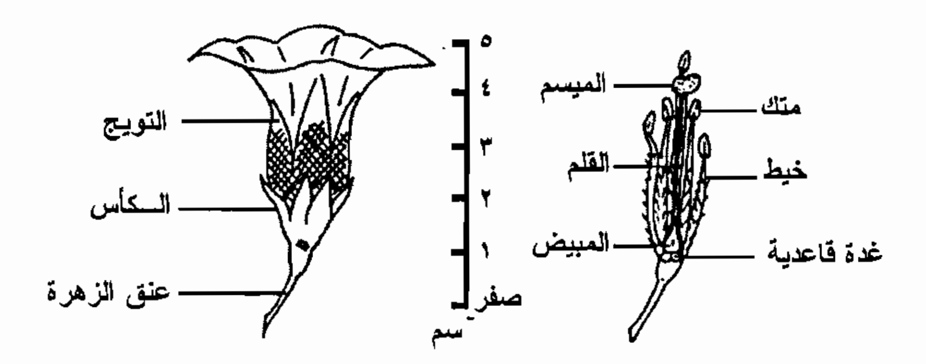
الأزهار والتلقيح

تختلف أصناف وسلالات البطاطا فى قدرتها على الإزهار تحت الظروف المصرية؛ فبعضها لا يزهر إطلاقا، والبعض يزهر ولا يعقد بذورًا، والبعض الآخر يزهر ويعقد بذورًا بوفرة. تحمل الأزهار فى نورات إبطية، تحتوى كل منها على ١-٢٢ برعمًا. تتفتح الأزهار فى مجموعات من زهرتين أو أكثر يوميًّا بعد الشروق بقليل، وتذبل البتلات غالبًا، وتسقط قبل منتصف النهار، ولكنها تبقى متفتحة لفترة أطول من ذلك فى الجو البارد الملبد بالغيوم.

يختلف لون الأزهار من الأبيض إلى درجات مختلفة من اللون الأرجوانى. يتراوح طول التويج من ٢٨-٦٣ مم، وقطره من ٢٦-٥٦ مم. تلتحم بتلات الزهرة الخمس، على شكل ناقوس، وتتصل بها الأسدية - بالتبادل - عند القاعدة. وتكون الأسدية الخمس - غالبًا - بيضاء اللون، إلا أنها قد تكون على درجات مختلفة من اللون الأرجوانى هى الأخرى. يتراوح طول الخيوط من ٥-٢١ مم فى الزهرة الواحدة، ويؤثر ذلك على موقع المتوك بالنسبة للميسم، وهو ذو فصين. يحتوى المتاع على مبيضين، يحتوى كل منها على بويضتين. أما السبلات الخمس .. فهى ورقية الشكل ومستديمة، وقد تكون ملساء، أو شعراء Pubescent. وتوجد غدد رحيقية عند قاعدة البتلات (شكل ١١-٥).

تكون المياسم مستعدة للتلقيح لمدة ساعتين فى الصباح الباكر بعد تفتح الزهرة بقليل، وتنتثر حبوب اللقاح بعد ذلك بنحو ٣-٤ ساعات؛ أى قبل منتصف النهار بقليل. ويمكن لحبوب اللقاح أن تنبت على الميسم حتى بعد ذبول الأزهار بعدة ساعات.

تنتشر فى البطاطا ظاهرة عدم التوافق، والتلقيح فيها خلطى بالحشرات خاصة حشرة النحل.



شكل (١١-٥): تركيب زهرة البطاطا: (أ) زهرة كاملة، (ب) زهرة منزوع منها الكأس والتويج (عن **Jones** وآخرين ١٩٨٦).

الثمار والبذور

ثمرة البطاطا علبة، وتحتوى على ١-٤ بذور، وقد تكون ملساء، أو شعراء. والبذور الناضجة مسطحة من أحد جانبيها، ومحدبة من الجانب الآخر، ويتراوح قطرها من ٣-٥ مم، وذات لون بنى أو أسود. وقصرة البذرة سميكة بدرجة تمنع دخول الماء عند محاولة إنباتها؛ مما يستلزم ضرورة تجريحها، أو معاملتها بحامض الكبريتيك المركز لمدة ٤٥ دقيقة قبل زراعتها، وهى العملية التى تعرف باسم scarification (Purseglove ١٩٧٤، و Jones وآخرون ١٩٨٦). ولا تستخدم بذور البطاطا إلا فى أغراض تربية المحصول.

الأصناف

تقسيم الأصناف

يمكن تقسيم أصناف البطاطا – وهى تعد بالآلاف – على أى من الأسس التالية:

١ – الغرض من الزراعة .. حيث توجد مجموعات الأصناف التالية:

أ – أصناف المائدة: تتميز بصفات الجودة العالية.

ب - أصناف تزرع لغرض استخراج النشا: تتميز بضخامة الجذور، وارتفاع المحصول، وارتفاع نسبة النشا بالجذور.

جـ - أصناف العلف Feed varieties: تزرع لغرض تغذية الحيوانات، ومن أمثلتها: هوايت ستار White star، وبليكان بروسيسور Pelican Processor.

٢ - قوام اللب بعد الطهى .. حيث تقسم الأصناف إلى المجموعات التالية:

أ - أصناف ذات جذور متماسكة وجافة ودقيقية بعد الطهى (dry varieties)، مثل نيما جولد Nemagold، ويلوجيرسى Yellow Jersey، ومبروكة.

ب - أصناف ذات جذور طرية ورطبة وجيلاتينية بعد الطهى (moist varieties)، مثل سينتينيال Centennial، وبورتوريكو Puerto Rico، وجولدرش Goldrush، وهى لا تستعمل إلا فى غذاء الإنسان، ولكنها أقل أهمية من حيث الإنتاج عالميًا. ويشار إلى أصناف هذه المجموعة فى الولايات المتحدة - بطريق الخطأ - باسم "يام" yams، وهو مصطلح تجارى يميز - فى الولايات المتحدة - البطاطا ذات الجذور الحمراء أو القرمزية اللون خارجيًا والبرتقالية اللون داخليًا عن تلك التى تكون أبهت لونًا خارجيًا وصفراء داخليًا، والتى تكون أقل حلاوة وأكثر صلابة وجفافًا بعد الطهى.

جـ - أصناف ذات جذور خشنة جدًا وليفية ولا تصلح إلا كغذاء للحيوان أو للأغراض الصناعية.

إن معظم إنتاج البطاطا من الطراز الأول، وأغلب أصنافها ذات جذور بيضاء اللون داخليًا، وهى تستعمل فى غذاء كل من الإنسان والحيوان، وفى الأغراض الصناعية.

وتجدر الإشارة إلى أنه لا يمكن التميز بين مجموعات الأصناف السابقة إلا بعد الطهى، كما أن نسبة الرطوبة تكون غالبًا أعلى فى الأصناف "الجافة" عما فى الأصناف "الرطبة".

٣ - صفات أخرى مورفولوجية، مثل:

أ - شكل الورقة.

ب - وجود ندبة عند اتصال نصل الورقة بالعنق، أو غيابها.

جـ - لون الساق: قد يكون أخضر أو أرجوانيًا.

د – اللون الخارجي للجذور: قد يكون أبيض، أو أصفر، أو بنى، أو أحمر، أو أرجوانيًا؛ بسبب وجود صبغة الأنثوسيانين.

هـ – اللون الداخلى للجذور: قد يكون أبيض، أو أصفر، أو بنى، أو أحمر، أو أرجوانيًا؛ بسبب وجود صبغة الكاروتين بتركيزات مختلفة.

مواصفات الأصناف الهامة

أولاً: أصناف محلية أصبحت قليلة الأهمية

من أهم الأصناف المنتجة محليًا، والتى لم تعد لها أهمية تذكر حاليًا، ما يلى

● الإسكندرانى:

صنف قديم قليل المحصول. اللون الخارجى للجذور رمادى فاتح (أبيض ترابى) ولون اللب كريمى. تنخفض فيه نسبة السكر، والكاروتين. أوراقه قلبية مفصصة، تنتشر زراعته خاصة فى المناطق الشمالية، إلا أن الإقبال على زراعته يقل تدريجيًا بسبب ضعف محصوله.

● الصنف ١٧–٨:

أنتجت السلالة ١٧–٨ فى كلية الزراعة – جامعة القاهرة، وأصبحت صنفًا يطلق عليه أيضًا اسم "منجاوى"، بعد أن انتشرت زراعتها. وهو صنف عالى المحصول. وجذوره ذات لون قرمزى من الخارج، وبرتقالى قاتم من الداخل، وحلوة المذاق.

● نشوى:

أنتج هذا الصنف فى كلية الزراعة –جامعة القاهرة. يصلح لصناعة النشا. اللون الخارجى للجذور قرمزى فاتح، ولون اللب أبيض، ومحصوله مرتفع.

● فريدة:

يطلق هذا الاسم محليًا على الصنف الأمريكى ونوب Wennop. جذوره مستطيلة الشكل، لونها الخارجى والداخلى أبيض، ومتوسطة الحلاوة. أوراقه صغيرة شديدة التفصيص. لم تنتشر زراعته فى مصر.

● الصنف ٦٦:

استُنبط هذا الصنف بواسطة شعبة بحوث الخضر بوزارة الزراعة. اللون الخارجى

للجذور أبيض، ولون اللب أصفر. وهو يتشابه مع الصنف الإسكندراني في اللونين الداخلي والخارجي، إلا أن محصوله أعلى منه بكثير (يقارن بالصنف مبروكة في كمية المحصول)، وجذوره مرتفعة في محتواها من السكر.

● الصنف ٢٦٧ :

استُنبط هذا الصنف بواسطة شعبة بحوث الخضر بوزارة الزراعة. وهو ذو محصول مرتفع بدرجة كبيرة، وتحتوى جذوره على نسبة عالية من النشا، ويصلح لاستخراج النشا. يوجد بالجذور تضليع خفيف، وهى ذات أحجام كبيرة جدًا، ولونها الخارجى والداخلى أبيض (قسم بحوث الخضر - مصلحة البساتين ١٩٥٩، ومرسى والمربع ١٩٦٠، واستينو وآخرون ١٩٦٤، والإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

هذا .. وقد نتج من برنامج التربية الذى أجرى فى كلية الزراعة - جامعة القاهرة، سلالات كثيرة، تفوق بعضُها على الأصناف القياسية الخاصة بالاستهلاك الطازج، واستخراج النشا فى المحصول، ومختلف صفات الجودة (Stino وآخرون ١٩٧٧).

ثانيًا: أُصناف محلية تنتشر زراعتها على نطاق واسع

من أهم الأصناف المنتجة محليًا والتى تنتشر زراعتها حاليًا على نطاق واسع، ما يلى:

● مبروكة

أنتج هذا الصنف فى كلية الزراعة - جامعة القاهرة، لغرض إنتاج النشا، إلا أن زراعته انتشرت فى مصر على نطاق واسع؛ لاستعماله كخضار، ويعد حاليًا أكثر الأصناف انتشارًا - فى الزراعة - حيث يزرع فى حوالى ٤٠٪ من جملة مساحة البطاطا فى مصر ويعرف - كذلك - باسم البلدى، ويعد - حاليًا - أهم أصناف التصدير وتتركز زراعته فى محافظتى المنوفية ودمياط.

انتخب الصنف مبروكة من الصنف الأمريكى B-52، وهو ذو أوراق قلبية الشكل قليلة التفصيص. لون الساق أخضر، ولون الجذر أحمر فاتح خارجيًا، وأبيض كريمى داخليًا، وهو متوسط الحلاوة، وعالى المحصول، ويحتاج حوالى ١٦٥ يومًا لاكتمال تكوين جذوره.

● أبيس:

تتركز زراعة هذا الصنف فى محافظتى الإسكندرية والبحيرة، ويعد حاليًا - ثانى أهم أصناف التصدير بعد مبروكة، لكن يعيبه ضعف قدرته التخزينية، ويرجع ذلك إلى الانخفاض النسبى لمحتواه من كل من المادة الجافة والألياف.

يتميز هذا الصنف بلون الجلد الأحمر، واللب الأصفر البرتقالى. الأوراق مفصصة وتشبه أوراق القطن، والساق خضراء. وهو صنف مبكر يلزمه حوالى ٤-٤,٥ شهر لاكتمال النضج.

ثالثًا: أصناف أجنبية مستوردة يوصى بزراعتها محليًا.

من أهم الأصناف الأجنبية المستوردة والتى يوصى بزراعتها محليًا، ما يلى:

● بيوريجارد Beauregard:

الجذور بيضية الشكل سميكة، لونها الخارجى والداخلى برتقالى. الأوراق قلبية الشكل غير مفصصة. وهو صنف يحتاج إلى حوالى ٤ شهور فقط لاكتمال النضج، وخاصة فى الأراضى الرملية. يتحمل جزئيًا مرض عفن التربة. ذات قدرة تخزينية جيدة. يعد أكثر أصناف البطاطا انتشارًا فى الزراعة فى الولايات المتحدة، وقد أنتجته محطة تجارب لوزيزيانا فى عام ١٩٨٧.

● كفر الزيات ١ (سلالة جامعة ولاية نورث كارولينا رقم ٩٢٥):

الجذور بيضاء اللون من الخارج وكريمية من الداخل. الساق خضراء اللون، والأوراق قلبية صغيرة. المحصول عالٍ نسبيًا. يحتاج إلى موسم نمو طويل يبلغ ستة شهور لاكتمال النضج.

● كفر الزيات ٢ (سلالة جامعة ولاية نورث كارولينا رقم ١١٣٥):

الجذور حمراء اللون من الخارج، وكريمية صفراء من الداخل. الأوراق عريضة. المحصول عالٍ نسبيًا. يحتاج إلى ستة أشهر لاكتمال النضج (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٣).

● جورجيا جت Georgia Jet:

الجذور حمراء اللون من الخارج وبرتقالية من الداخل. الساق خضراء اللون، والأوراق قلبية الشكل.

● بوسبوك Bosbok:

صنف جنوب أفريقي يصدر بكثرة إلى الأسواق الأوربية. الجذور ملساء لونها الخارجي قرمزي قاتم والداخلي أبيض، وهو صنف متأخر يحتاج إلى حوالي ٥ شهور لاكتمال نضجه.

رابعًا: أصناف أجنبية تنتشر زراعتها عالميًا

● يلوجيرسي Yellow Jersey:

من أصناف البطاطا الجافة. تنتشر زراعته في ولاية كاليفورنيا الأمريكية.

● بورتو ريكو Puerto Rico:

من أصناف البطاطا الرطبة. توجد منه عدة سلالات، تنتشر زراعتها في كاليفورنيا (Sims وآخرون ١٩٧٨).

● روبينا Rubina:

الجذور أسطوانية الشكل، ومستدقة من طرفيها، وتلك صفة غير مرغوب فيها، لونها الخارجي أحمر والداخلي برتقالي، وهو صنف مبكر يحتاج إلى حوالي ٤ شهور فقط لاكتمال نضجه.

● سينتينيال Centennial:

الجذور حمراء قاتمة اللون من الخارج وبرتقالية داكنة من الداخل، والصنف مقاوم لكل من الديدان السلكية، والفيوزاريم، وفيرس الفلين الداخلي.

● إيوريكا Eureka:

الجذور حمراء قاتمة اللون من الخارج وبرتقالية داكنة من الداخل، والصنف مقاوم لكل من جدري الجذور (عفن التربة)، والذبول الفيوزاري، ونيماتودا تعقد الجذور.

● جِولّ Jewel:

الجذور ذات لون نحاسي قاتم من الخارج وبرتقالي قاتم من الداخل، والنبات مقاوم لكل من الذبول الفيوزاري ونيماتودا تقعد الجذور، وهو يعد من أكثر أصناف البطاطا انتشارًا في الزراعة في الولايات المتحدة الأمريكية.

● نيما جولد Nemagold:

الجذور ذات لون نحاسي من الخارج وبرتقالي من الداخل، والنبات مقاوم للنيماتودا.

● نجت Nugget:

الجذور ذات لون نحاسي من الخارج وبرتقالي من الداخل، والنبات مقاوم للنيماتودا.

● جورجيا رد Georgia Red:

الجذور حمراء اللون من الخارج وذات لون برتقالي فاتح من الداخل، والنبات مقاوم لنيماتودا تعقد الجذور.

● إكسيل Excel، وريجال Regal، وسثرن ديلايت Southern Delite:

أصناف مقاومة لعدة أنواع من الديدان السلكية والخنافس، إضافة إلى نيماتودا تعقد الجذور. الجذور ذات لب برتقالي اللون.

● ترافس Travis:

مبكر جدًا، ويصلح للزراعة في الحدائق المنزلية. الجذور ذات لب برتقالي.

● هوايت ديلايت White Delite:

\اللون الخارجي قرمزي والداخلي أبيض، والنباتات مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور.

● نانسي هول Nancy Hall:

اللون الداخلي للجذور أبيض كريمي.

● هرناندز Hernandez:

صنف ذو جذور مغزلية الشكل، حمراء خارجيًا، وبرتقالية داكنة اللون داخليًا. النباتات مقاومة للبكتيريا *Erwinia chrysanthemi*، وتكمل نموها في خلال ١٣٠–١٤٠ يومًا (Bonte وآخرون ١٩٩٢).

كذلك أنتجت في ولاية ميسيسبي الأمريكية ثلاث سلالات (هي: MS-501، و MS-503، و MS-510) تحتوي على درجة متوسطة من المقاومة لكل من الحشرات الآتية (Thompson وآخرون ٢٠٠١):

Sewwtpotato weevil (*Cylas formicarius elegantulus*).

Wireworm (*Conoderus* sp.).

Cucumber beetle (*Diaportica* sp.).
Flea beetle (*Systena* sp.).

وقد أنتجت أصناف خاصة من البطاطا لغرض استهلاك الأوراق، مثل الصنف تاينوج ٧١ Tainug 71، الذى يتميز بنموه شبه المندمج الذى يناسب الحصاد الآلى. تنمو الأجزاء الهوائية للنبات بصورة سريعة، ويمكن حصادها كل ٧-١٠ أيام، وتتميز بصفاتها الأكلية الجيدة (Lai وآخرون ٢٠٠٠).

ولمزيد من التفاصيل عن أصناف البطاطا .. يراجع Wehner (١٩٩٩، و ٢٠٠٢).

الفصل الثانى عشر

زراعة البطاطا

التربة المناسبة

تنجح زراعة البطاطا فى الأراضى الرملية، والطميية الرملية الجيدة الصرف، والطميية، والطميية السلتية. ولا تنجح زراعتها فى الأراضى الطينية الثقيلة؛ لأن الجذور التى تنتج فيها تكون خشنة، وغير منتظمة الشكل، ورديئة اللون. كذلك فإن الأراضى الثقيلة قد تكون زائدة الخصوبة؛ الأمر الذى يحفز النبات على النمو الخضرى الغزير على حساب النمو الجذرى؛ مما يؤدى إلى انخفاض المحصول وتكوين جذور رفيعة.

كذلك يؤثر محتوى التربة من الأكسجين على تكوين الجذور الدرنية؛ فيؤدى ضعف توفر الأكسجين إلى تثبيط تكوين الدرنات، ويفسر ذلك جزئيًّا ضعف إنتاج البطاطا فى الأراضى الغدقة والثقيلة.

ويشترط لنجاح زراعة البطاطا فى الأراضى الرملية والخفيفة عمومًا توفر ماء الرى بانتظام.

ويعد الصرف الجيد ضروريًّا فى جميع أنواع الأراضى؛ لأن رداءة الصرف تؤدى إلى زيادة نسبة الجذور المتعفنة والمتشققة، ونقص المحصول.

كما لا تفضل زيادة نسبة المادة العضوية فى التربة؛ لأنها تؤدى إلى زيادة نسبة الجذور غير المنتظمة الشكل.

وتعتبر البطاطا من محاصيل الخضر الحساسة للملوحة العالية، ويناسبها pH تربة قريبًا من التعادل.

وقد أدت بسترة التربة بالإشعاع الشمسى solarization إلى زيادة النمو الجذرى

والخضرى للبطاطا حتى فى غياب مسببات الأمراض، وكان ذلك مصاحبًا بزيادة فى أعداد بكتيريا الـ Pseudomonads وبعض الفطريات فى محيط النمو الجذرى للنباتات. وعندما تواجدت النيماتودا *M. incognita* بأعداد كبيرة فى التربة، فإن البسترة بالإشعاع أدت إلى خفض أعدادها بنسبة ٩٢٪، وأحدثت زيادة جوهرية فى محصول الجذور من رتبة U. S. No. 1 (Stevens وآخرون ١٩٨٨).

تأثير العوامل الجوية

تعتبر البطاطا من النباتات الرهيفة التى يلزم لنجاح زراعتها توفر موسم نمو دافئ ليلاً ونهارًا، خال تمامًا من الصقيع، وصحو تسطع فيه الشمس معظم فترة الزراعة التى تمتد لنحو ٥-٦ أشهر.

يجب ألا تقل درجة الحرارة نهارًا عن ٢٢°م، وألا تزيد عن ٣٨°م. ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو النباتات من ٣٠°-٣٢°م نهارًا، وحوالى ٢٠°-٢٢°م ليلاً. هذا .. ويقف النمو النباتى بانخفاض الحرارة إلى ١٥°، وتصفر الأوراق تدريجيًّا إلى أن يموت النبات فى حرارة ١٠°م (Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

ويؤدى تلوث أوراق البطاطا بذرات التراب الدقيقة إلى إغلاق الثغور، وانخفاض كلا من الفقد الرطوبى بالنتح ومعدل البناء الضوئى (Yao وآخرون ١٩٩٨).

ولمزيد من التفاصيل عن تأثير العوامل البيئية على نمو وتطور البطاطا، يراجع الموضوع فى الفصل التالى الخاص بفسيولوجيا البطاطا.

التكاثر

إن الطريقة الأساسية - والوحيدة - لتكاثر البطاطا فى الزراعة التجارية هى باستخدام العقل الساقية stem cuttings، إما بصورة مباشرة، وإما بعد أن يتكون لها مجموعًا جذريًّا خاصًّا بها، حيث تعرف باسم الشتلات transplants (أو slips).

كمية التقاوى

يلزم لزراعة الفدان - عادة - نحو ٢٥-٣٠ ألف عقلة ساقية أو شتلة.

مواصفات العقلة الساقية الجيدة

تستخدم فى تكاثر البطاطا عقل ساقية، يتراوح طولها من ٢٥-٣٠ سم، ويحتوى كل منها على أربع عيون على الأقل. تؤخذ العقل من أى مكان من الساق، ولكن تفضل العقل الطرفية وتحت الطرفية عادة.

يعتبر استعمال العقل التى يزيد طولها عن ٣٠ سم بغير ذى فائدة، بينما تقل فرصة نجاح العقل التى يقل طولها عن ٢٥ سم، ويقل محصولها. وقد أعطت العقل الساقية بطول ٣٠ سم (مقارنة بطول ١٥، و ٢٠، و ٢٥ سم) والتى زرعت على عمق ١٠-١٥ سم أقوى نمو خضرى (Holwerda & Ekanayake ١٩٩١).

مزايا التكاثر بالعقل الساقية

إن من أهم مزايا استخدام العقل الساقية فى الزراعة - مقارنة باستخدام الشتلات التى تنتج من زراعة الجذور - أنها تكون خالية من معظم مسببات أمراض الجذور والمسببات المرضية الأخرى التى قد تلوث التربة، كما أنها تعطى محصولاً أكبر، وتكون جذورها أكثر انتظامًا فى الحجم والشكل.

طرق الحصول على العقل الساقية

يمكن الحصول على العقل الساقية لأجل الزراعة التجارية للبطاطا بإحدى الطرق الآتية:

أولاً: حجز مساحة من المحصول السابق

يتم لذلك حجز مساحة من حقل البطاطا السابق، تعادل نحو ثمن المساحة المطلوب زراعتها. تترك هذه المساحة دون حصاد، ويمنع عنها الرى خلال فصل الشتاء، وتزال منها النموات الخضرية الميتة فى شهر فبراير، ثم تسمد وتروى؛ فتعطى نموات خضرية جديدة فى الربيع، وهى التى تؤخذ منها العقل. وربما لا تزال النموات الخضرية فى شهر فبراير كما سبق ذكره، وإنما تتم حمايتها خلال فصل الشتاء بغطاء خفيف من قش الأرز، ثم تخدم الأرض فى فبراير ومارس؛ لتعطى عقلاً جديدة مبكرة فى شهر أبريل. وتعد هذه الطريقة أكثر الطرق اتباعًا فى الزراعة بمصر، ولكن يعاب عليها فقدان ثمن

المحصول (٣ قراريط مقابل كل فدان تراد زراعته)، وشغل المساحة المخصصة لإنتاج العقل لمدة ٤-٦ شهور.

ثانيًا: إكثار النموات الخضرية للمحصول السابق

يتم إكثار النموات الخضرية للمحصول السابق بإحدى طريقتين، كما يلى:

١ - الطريقة التقليدية:

يلزم - عادة - مساحة ١٧٥م[٢] (قيراط واحد) من المشاتل التى تزرع بهذه الطريقة لإنتاج ما يكفى من العقل الساقية لزراعة فدان من البطاطا.

تجهز أرض المشتل بالحراثة الجيدة والتسميد بالفوسفور بمعدل ٧٥ كجم P_2O_5 (حوالى ٥٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى للفدان)، ثم تقام خطوط الزراعة بعرض ٥٠ سم (أى بمعدل ١٤ خطًا فى القصبتين).

تزرع العقل على بعد ١٥ سم من بعضها البعض على ريشتى الخطوط، ويكون ذلك فى خلال شهرى يوليو وأغسطس من العام السابق لزراعة الحقل الدائم. تكون الزراعة فى وجود الماء، وتجرى رية المحاياة بعد ثلاثة أيام.

توالى المشاتل بالتسميد، والرى، ومكافحة الأمراض والآفات، ثم يمنع عنها الرى بداية من شهر ديسمبر، مع تغطيتها بالبلاستيك. وفى أواخر شهر فبراير تُسمد النباتات بنحو ١٥ كجم من النيتروجين للفدان وتوالى بالرى والعزيق، ثم تعطى ١٥ كجم أخرى من النيتروجين بعد أسبوعين من الدفعة الأولى. يعطى المشتل نموات جديدة خلال فصل الربيع، وهى التى تؤخذ العقل منها للزراعة.

٢ - الطريقة المحسنة:

تكون المشاتل فى هذه الطريقة عبارة عن صوبات بلاستيكية صغيرة مغطاة بكل من البوليثيلين لتوفير الحماية من البرودة اللازمة للنمو النباتى، وبالسيران (الشباك البلاستيكية المانعة لمرور الحشرات) لأجل حماية النباتات من الحشرات الناقلة للفيروسات، وبخاصة المنّ والذبابة البيضاء.

تكون الزراعة وعمليات الخدمة كما فى الطريقة التقليدية، ويكون استعمال الغطاء

البلاستيكى خلال فترة انخفاض الحرارة من حوالى منتصف أكتوبر إلى منتصف مارس، أما السيران فيستمر تواجده من زراعة المشتل حتى الانتهاء منه.

تؤخذ القطفة الأولى من عقل التقاوى الساقية فى أواخر شهر مارس لأجل الزراعات المبكرة، ثم يعزق المشتل، ويسمد بنحو ١٥ كجم من النيتروجين للفدان، ويروى.

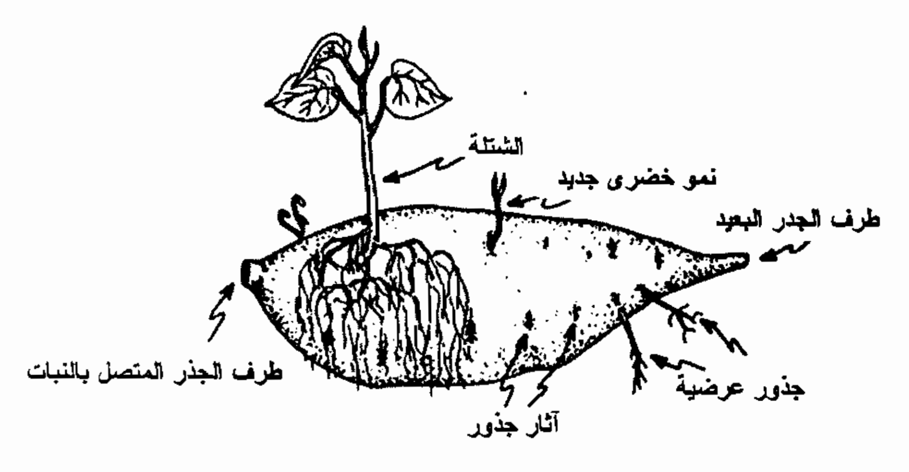
تؤخذ القطفة الثانية بعد حوالى شهر من الأولى، وذلك خلال شهر أبريل، ويكرر عزيق المشتل وتسميده بالنيتروجين وريه، ويترك لحين أخذ القطفة الثالثة من العقل الساقية فى شهر مايو، وتكرر الخدمة لأجل الحصول على قطفة رابعة وأخيرة من العقل الساقية فى شهر يونيو للزراعات المتأخرة.

الشتلات وطرق الحصول عليها

شتلة البطاطا - كما أسلفنا - هى عقلة ساقية ذات مجموع جذرى خاص بها يتكون قبل فصلها عن النبات الأم.

تنتج الشتلات فى مشاتل خاصة. تستخدم فى زراعتها جذور البطاطا التى يتم حجزها من المحصول السابق. وعلى الرغم من أن الجذور العادية الصالحة للاستهلاك كثيرًا ما تستخدم فى إنتاج الشتلات، إلا أنه يفضل - لأسباب اقتصادية - استخدام الجذور الرفيعة إلى المتوسطة السمك التى لا تصلح للاستهلاك كتقاو عند إنتاج شتلات البطاطا. يفضل استعمال الجذور التى يتراوح قطرها بين ١,٨، و ٣,٦ سم، والتى يطلق عليها اسم الخيوط strings؛ لأنها تعطى أكبر عدد من الشتلات بالنسبة لوحدة الوزن من الجذور. ويجب أن تكون الجذور المستخدمة مطابقة للصنف المراد زراعته، وخالية من الأمراض.

تعطى الجذور عند زراعتها براعم عرضية كثيرة، تنمو من الكامبيوم الحزمى، وتشق طريقها خلال القشرة، وينمو كل منها إلى ساق تحمل أوراقًا خضرية فوق سطح التربة. وتنمو على أجزاء الساق الموجودة تحت سطح التربة جذور ليفية عرضية كثيرة، وبذلك يصبح لكل نمو جذوره ومجموعه الخضرى الخاص به. تنفصل هذه النموات بسهولة عن قطعة التقاوى عند جذبها، وبذا .. يمكن زراعتها كالشتلات العادية تمامًا.



شكل (١٢-١): طريقة نمو "الشتلة" من جذور البطاطا.

يكون إنبات النموات الخضرية الجديدة من الجذور فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين فى الحرارة المناسبة لذلك وهى ٢٨-٣٠°م، وتكون جاهزة للتقليع بعد نحو ٤-٦ أسابيع من زراعة الجذور. هذا بينما يؤدى انخفاض الحرارة إلى بطء الإنبات والنمو، وتؤدى الحرارة الأعلى عن ٣٠°م إلى إنتاج نموات رفيعة ورهيفة يمكن أن تفشل نسبة كبيرة منها فى الزراعة.

هذا .. وتستعيد الشتلات نموها سريعًا بعد الشتل، وأفضل حرارة لذلك هى ٢١°م، ولا يحدث تجذير فى حرارة تقل عن ١٥°م أو تزيد عن ٣٠°م (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

مميزات الزراعة بالشتلات

تتميز زراعة البطاطا بالشتلات، بما يلى:

١ - يمكن فرز الجذور قبل زراعتها، وبذا .. نضمن الحصول على نباتات مطابقة للصنف.

٢ - الاستفادة من الجذور الرفيعة التى لا تصلح للتسويق باستعمالها كتقاو.

٣ - تحتوى كل شتلة على نمو خضرى ونمو جذرى قويين؛ مما يساعدها على النمو السريع، وإعطاء محصول مبكر.

٤ - زيادة المحصول الكلى.

عيوب الزراعة بالشتلات

يعاب على هذه الطريقة فى التكاثر أن الجذور المزروعة لا تنبت فى الجو البارد؛ مما يستلزم زراعتها فى مراقد مدفأة، بالإضافة إلى احتمال نقل أمراض الجذور من الحقل السابق إلى الحقل الجديد فى حالة استخدام جذور مصابة كتقاو. ويمكن فى هذه الحالة قطع النموات الخضرية من فوق سطح التربة مباشرة عندما يبلغ طولها من ٢٠-٢٥ سم، وزراعتها مباشرة كعقل ساقية.

كمية التقاوى من الجذور التى تلزم لإنتاج الشتلات

تتوقف كمية الجذور التى تلزم لإنتاج شتلات تكفى لزراعة فدان من البطاطا على العوامل التالية:

١ - حجم الجذور المستخدمة: فتعطى الجذور الكبيرة الحجم عددًا أقل من الشتلات بالنسبة لوحدة الوزن من الجذور.

٢ - عدد مرات حصاد الشتلات (عدد الـ Pullings) التى يمكن إجراؤها دون أن تتأخر الزراعة، ويمكن عادة "حصاد" المشتل ثلاث مرات بعد ٤-٦ أسابيع من زراعة الجذور، ثم بعد ١٥، و ٣٠ يومًا من القطفة الأولى.

٣ - مسافة الزراعة فى الحقل الدائم.

ويلزم - عادة - حوالى ٢٥٠-٣٠٠ كجم من الجذور الرفيعة لزراعة مشتل ٢٥٠-٣٥٠م٢ ينتج شتلات تكفى لزراعة فدان، ولكن تزداد تلك الكمية إلى أكثر من الضعف عن استخدام الجذور المتوسطة الحجم.

المعاملات التى تجرى على الجذور قبل زراعة المشاتل

تجرى للجذور المستعملة كتقاو عدة معاملات بغرض وقايتها من الأمراض، وتحسين إنتاجها، وهى كما يلى:

أولاً: معاملات التهيئة الحرارية

يعد تنبيت جذور التقاوى قبل زراعتها بإخضاعها لمعاملات حرارية خاصة أمرًا ضروريًا لزيادة إنتاجها من النموات sprouts التى تستخدم فى الزراعة، ولتقصير الوقت

الذى يستغرقه إنتاجها إلى ٤-٥ أسابيع. ويتم ذلك بوضع الجذور فى حرارة عالية (حوالى ٣٠°م) ورطوبة نسبية عالية (حوالى ٩٥٪) إلى أن تباشر بالإنبات، ولكن مع أخذ الاحتياطات اللازمة لمنع ابتلال الجذور، وإلاّ فإنها سوف تنتج جذورًا دقيقة بكثافة عالية، سريعًا ما تُصاب بالأعفان.

وقد تنوعت الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن - ومن ثم تنوعت التوصيات - التى نستعرضها فيما يلى:

- أدى تنبيت الجذور قبل زراعتها على حرارة ٢٩°م ورطوبة نسبية عالية – حتى وصل طول النموات إلى ٥ مم – أدى ذلك إلى التبكير بحصاد الدفعة الأولى من النموات، وإلى زيادة الأعداد الكلية التى أمكن حصادها منها فى أربع قطفات. كذلك ساعدت تدفئة المشاتل إلى ٢١°م فى زيادة الاتجاه نحو التبكير بحصاد النموات وزيادة أعدادها (Deonier & Kushman ١٩٦٠).

- التوصية برفع درجة الحرارة فى المخازن التى تخزن فيها الجذور من ١٣-١٦°م إلى ٢١-٢٤°م – بصورة تدريجية – بغرض زيادة إنتاجها من الشتلات (Greig ١٩٦٧).

- التوصية بتدفئة الجذور إلى ٤٣°م + ٠,٥°م لمدة ٣٦ ساعة قبل زراعتها؛ بغرض إسراع إنباتها، وزيادة إنتاجها من الشتلات (Welch & Little ١٩٦٦).

- إن استنبات الجذور – قبل زراعتها مباشرة – لمدة ١٠ أيام على حرارة ٣٢ ± ١°م ورطوبة نسبية ٨٥ ±٥٪ لمدة ١٠ أيام يعد أفضل وسيلة لإسراع الحصول على نموات التقاوى وزيادة أعدادها.

- أدت زيادة فترة علاج جذور البطاطا على ٣٢ ± ١°م و ٨٥ ± ٥٪ رطوبة نسبية حتى ١٩ يومًا إلى إسراع الإنبات فى الصنف جورجيا جت، ولكن ليس فى الصنف جول Jewel، إلا أن إنبات جذور كلا الصنفين كان أسرع بتعريض الجذور – بعد تخزينها وقبل زراعتها – لحرارة ٣٢ ± ١°م ورطبة نسبية ٨٥ ± ٥٪ لمدة ٤-١٢ يومًا، وازدادت سرعة التنبيت بزيادة فترة التعريض لتلك الظروف (Hall ١٩٩٢).

- لا تتبع طريقة زيادة طول فترة العلاج حتى ١٢ يومًا – على الرغم من جدواها فى

زيادة أعداد النموات والتبكير في إنتاجها - وذلك بسبب تبرعم الجذور بشدة وتعرضها للذبول وضعف قدرتها على التخزين حتى فى المخازن المبردة (عن Hall ١٩٩٣).

● يستدل من دراسات Hall (١٩٩٣) أن أيًّا من: إطالة فترة العلاج على ٣٢ ± ١°م، و ٨٥ ± ٥٪ رطوبة نسبية إلى ١٥ يومًا بدلاً من ٧، أو تدفئة الجذور فى الظروف ذاتها لمدة ٨-١٤ يومًا فى منتصف فترة التخزين، أو تنبيت الجذور قبل زراعتها مباشرة فى الظروف السابقة لمدة ٨ أيام .. أدت أى من هذه المعاملات منفردة إلى زيادة أعداد النباتات التى أمكن الحصول عليها فى منتصف الموسم، إلا أن معاملة التنبيت السابق للزراعة فقط هى التى أدت إلى زيادة الإنتاج الكلى من النباتات.

● وفى دراسة لاحقة وجد Hall (١٩٩٤) أن الجمع بين أكثر من معاملة من المعاملات الثلاثة: إطالة فترة العلاج، والتدفئة فى منتصف فترة التخزين، والتنبيت السابق للزراعة أسهم فى إسراع إنتاج النباتات، وأدى إلى زيادة الأعداد التى أمكن الحصول عليها على امتداد الموسم كله، وكانت التدفئة (فى منتصف فترة التخزين أو قبل الزراعة) لمدة ثلاثة أسابيع أفضل من أسبوعين، كما كان التنبيت السابق للزراعة لمدة ثلاثة أسابيع مع التدفئة أثناء التخزين لمدة أسبوعين أو ثلاثة الأفضل فى إسراع إنتاج النباتات وزيادة أعداها على امتداد موسم النمو.

● يتم فى مصر تنبيت الجذور قبل زراعتها بتركها داخل نفق بلاستيكى على حرارة ٢٥-٣٠°م ورطوبة نسبية ٩٠٪ لمدة ٢-٤ أسابيع.

ثانيًا: معاملات التخلص من السيادة القاعرية

تتركز النموات الجديدة على الطرف القاعدى لجذور البطاطا عند زراعتها، وتعرف هذه الظاهرة باسم " السيادة القاعدية" basal dominance. ويؤدى التخلص من هذه الظاهرة بمعاملات خاصة إلى تكوين البراعم العرضية على امتداد الجذر، وهو ما يؤدى إلى تبكير إنتاج الشتلات وزيادة الأعداد التى يمكن الحصول عليها من الجذر الواحد.

ومن هذه المعاملات ما يلى:

١ - غمس الجذور فى محلول ٢،٤-د 2,4-D بتركيز ١٠ أجزاء فى المليون.

٢ – وضع الجذور فى حيِّز مغلق لمدة ٧٢ ساعة، ومعاملتها بمنظم النمو ٢، ٤، ٥–ت 2,4,5-T بمعدل ٤٠ مل لكل ١٠٠ كجم من الجذور.

٣ – معاملة الجذور بالإثيلين كلوروهيدرون Ethylene Chlorohydrin بالطريقة السابقة ذاتها (Thompson & Kelly ١٩٧٥).

٤ – المعاملة بالدايمثيل سلفوكسيد dimethyl sulfoxide، بتركيز ٤–١٢٪ لمدة ٥–١٥ دقيقة. أدت هذه المعاملة إلى إحداث زيادة جوهرية فى سرعة الإنبات وعدد النموات الناتجة من كل جذر، دون أن يكون لها تأثير على وزن النمو الواحد. وقد ازداد عدد النموات بزيادة التركيز المستعمل، واختلفت المدة المناسبة للمعاملة باختلاف الأصناف (Whatley وآخرون ١٩٦٨).

٥ – المعاملة بحامض الجبريلليك GA_3 بتركيز ٢٥٠–١٠٠٠ جزء فى المليون، إلا أن هذه المعاملة تؤدى إلى إنتاج نموات خضرية طويلة ورفيعة. وقد أمكن التكبير فى إنتاج الشتلات بمعاملة الجذور بتركيزات منخفضة من كل من الـ GA_{4+7} مع البنزيل أدنين benzyladenine، بهدف التغلب على مشكلة ضعف النموات وازدياد طولها عند استعمال تركيزات عالية من الـ GA_3 (Hall ١٩٩٤).

٦ – نقع الجذور فى الإثيفون Ethephon، بتركيز ١٠٠٠–٤٠٠٠ جزء فى المليون (بمتوسط قدره ١٥٠٠ جزء فى المليون) لمدة ١٠ دقائق. تعطى هذه المعاملة نموات قصيرة نسبيًّا (Thompkins & Bowers ١٩٧٠).

٧ – قطع الجذور عرضيًا على بعد ١–٢ سم من طرفها القاعدى قبل زراعتها. يؤدى ذلك إلى التبكير بإنتاج الشتلات وزيادة أعدادها الكلية عما فى حالة زراعة الجذور الكاملة .

كما أدى قطع الطرف القاعدى للجذور التى سبقت معاملتها بالإثيفون إلى زيادة الإنتاج الكلى من الشتلات (Hall ١٩٩٠).

ويوصى بتقطيع جذور البطاطا عرضيًا ومعالجتها جيدًا قبل استخدامها فى زراعة المشاتل، وذلك بهدف التخلص من السيادة القاعدية التى تكون قوية فى الجذور الحديثة الحصاد وتضعف بمرور الوقت. ويؤدى التقطيع إلى زيادة عدد النموات التى يمكن الحصول عليها من الجذر الواحد.

وعند زراعة الجذور المجزأة بكثافة ١٠٠ قطعة/م٢ فإنها تعطي حوالى ٨٠٠-٩٠٠ نبت، ويلزم فى هذه الحالة حوالى ٥٠٠-٧٠٠ كجم من الجذور لإنتاج نموات تكفى لزراعة هكتار (٢٠٠-٣٠٠ كجم للفدان).

ثالثًا: معاملات التطهير السطحي للجذور والتخلص من المسببات المرضية

يكون تطهير الجذور - قبل زراعتها - بغمسها فى محلول السليمانى (كلوريد الزئبق بتركيز ٠,١٪) لمدة ١٠ دقائق، أو معلق الثيرام بتركيز ١٪، أو السمسان بل بتركيز ١,٥٪ لمدة دقيقة واحدة. وقد تزرع الجذور بعد معاملتها مباشرة، أو تترك فى الظل لتجف قليلاً قبل الزراعة.

طرق إنتاج الشتلات

تزرع المشاتل - عادة - فى أواخر فبراير وأوائل مارس مع تغطيتها بالبوليثيلين الأسود أو الشفاف لأجل رفع حرارة التربة وإسراع الإنبات، مع رفع الغطاء بمجرد وصول النبت الجديد إلى سطح التربة. كذلك تستعمل أغطية البوليستر، والأنفاق البلاستيكية لتحقيق الهدف ذاته ولكن مع بقاء الغطاء لحين تحسن الأحوال الجوية.

ونستعرض - فيما يلى - طرق إنتاج الشتلات:

أولاً: الطريقة التقليدية

تُملأ أحواض المشتل برمل جديد لم يسبق استعماله فى إنتاج البطاطا، ولم يسبق تعرضه لماء صرف من حقول البطاطا. ويمكن استعمال تربة خفيفة فى حالة عدم توفر الرمل. وتكون زراعة الجذور فى مصر فى شهرى: يناير، وفبراير، أثناء انخفاض درجة الحرارة؛ لذا .. فإنه من الضرورى تدفئة المراقد. ويمكن توفير التدفئة المناسبة بوضع طبقة من سماد الخيل (سبلة) بسمك حوالى ٢٠ سم، ثم تغطى بطبقة من الرمل بسمك حوالى ٧ سم، وتضغط الطبقتان جيدًا، وتترك المراقد لمدة أسبوع إلى أن تنخفض درجة الحرارة إلى الحد الأدنى الذى لا يضر بالجذور عند زراعتها.

تتم الزراعة بعد ذلك بوضع الجذور المتساوية فى الحجم معًا؛ حتى يمكن تغطيتها إلى نفس العمق. توضع الجذور على سطح التربة أو الرمل، قريبة من بعضها البعض،

على ألا تتلامس، مع ضغطها قليلاً فى المراقد، ثم تغطى بالرمل حتى يصل سمك الغطاء فوقها إلى ٥ سم. ويلى ذلك رى المشتل لتثبيت الرمل حول الجذور. ومع بداية ظهور النموات الخضرية .. تضاف طبقات جديدة من الرمل بصورة تدرجية، إلى أن يصل سمك الغطاء فوق الجذور إلى ٨-١٠ سم، ويعمل ذلك على تكوين مجموع جذرى جيد على امتداد الساق أسفل سطح التربة؛ فتكون النموات الجديدة قوية. ولا تجوز إضافة هذه الطبقة السميكة من الغطاء منذ البداية؛ لأن ذلك يؤدى إلى تأخير الإنبات.

يراعى عند استعمال مراقد مدفأة أن يتراوح المدى الحرارى من ٢١°-٢٧°م، حيث تتكون فى هذه الظروف نموات قوية، تكون جاهزة للشتل فى غضون ستة أسابيع من الزراعة. أما فى درجات الحرارة الأعلى من ٢٧°م .. فإن النمو النباتى يكون سريعًا، إلا أن الشتلات المنتجة تكون ضعيفة ورهيفة. ويجب - أيضًا - الاهتمام بعملية التهوية، خاصة فى الأيام المشمسة؛ حيث تعمل التهوية على خفض درجة الحرارة، وأقلمة النباتات قبل شتلها فى الحقل.

تقلع الشتلات (تسمى أيضًا slips، أو sprouts، أو draws) بجذبها باليد، على أن توضع اليد الأخرى على سطح التربة؛ حتى لا تقلع قطع التقاوى (الجذور) الأصلية. ولا تقلع سوى النموات الجيدة فقط، وتترك الباقية حتى تستكمل نموها. تحتوى الشتلة الجيدة على ٦-١٠ أوراق، ويبلغ طول نموها الخضرى حوالى ٥ سم، والجذرى من ٣-٤ سم (Ware & McCollum ١٩٨٠).

ثانيًا: طريقة الأنفاق البلاستيكية المنخفضة

تكون زراعة الجذور لإنتاج الشتلات داخل أنفاق بلاستيكية منخفضة. وتفضل أن تكون تربة المشاتل صفراء خفيفة أو أن تغطى الجذور المزروعة لإنتاج عقل الزراعة بالرمل؛ وذلك لكى يكون من السهل تقليع الشتلات.

تؤدى ملامسة نموات البطاطا الخضرية للغطاء البلاستيكى فى المشاتل إلى احتراق الأوراق والقمة النامية للفروع بسبب الارتفاع الزائد للحرارة تحت البلاستيك. وقد أمكن التغلب على تلك المشكلة باستعمال أغطية من البوليستر أو من البوليثيلين المثقب (Dangler ١٩٩٤).

وقد أدى استعمال غطاء بلاستيكى أسود للتربة مع غطاء بلاستيكى أبيض مشقوق، أو مع غطاء من البوليستر للنباتات إلى زيادة محصول البطاطا (فى الحقل الدائم) بنسبة ٤٦٪، و ٣٤٪ - على التوالى - مقارنة بعدم استعمال أى أغطية (Brown وآخرون ١٩٩٨).

وقبل حصاد النموات تتم تقسيتها أولا بتهوية الأنفاق، ويمنع الرى عنها لمدة يومين، لكن تتوقف مدة منع الرى على درجة الحرارة وطبيعة التربة.

وفى حالة تأخر الزراعة بعد تقليع الشتلات فإنه يمكن تخزينها على ١٦°م ورطوبة نسبية عالية، علمًا بأن درجات الحرارة الأعلى عن ذلك أو الأقل منها تضر كثيرًا بالشتلات.

وقد وجد أن استعمال الأغشية البلاستيكية السوداء كغطاء للأنفاق أدى إلى زيادة إنتاج شتلات الصنف بيوريجارد ما بين ٦٣٪، و ٥٥٣٪ مقارنة بعدم استعمال أى غطاء، ولكن الصنف جِولْ كان أقل استجابة، كما انخفض وزن الشتلة بنسبة ٣٤٪. هذا .. وقد أدى استعمال الغطاء البلاستيكى الأسود إلى التبكير فى حصاد أولى الشتلات بمقدار ١٤ يومًا مقارنة بمعاملة الكنترول. ولم يتأثر محصول تلك الشتلات بالغطاء البلاستيكى الأسود للأنفاق عندما استخدمت الشتلات المبكرة فى الزراعة، إلا أن الشتلات المنتجة بعد ذلك - وحتى نهاية موسم إنتاج الشتلة - قل محصولها من الجذور المتدرنة عن محصول شتلات الكنترول. ولهذا السبب فإنه لم يوص باستعمال الغطاء البلاستيكى الأسود لأنفاق الشتلة (Bonte وآخرون ٢٠٠٠).

ثالثا: الطريقة المحسنة

من الطرق المحسنة لإنتاج الشتلات الجذرية زراعة عقل البطاطا متزاحمة (على مسافة ١١ سم من بعضها البعض فى سطور داخل أحواض) داخل أنفاق بلاستيكية (بعرض ٢٨٠ سم وارتفاع مناسب) محكمة الغلق فى شهرى أكتوبر ونوفمبر، مع العناية بالرى، وإزالة الحشائش يدويًا، والتسميد الآزوتى بمعدل ٤٠ كجم N للفدان. وبداية من شهر مارس يؤخذ من النموات الجديدة عقل طرفية بطول ١٢ سم وتزرع فى صوان يوجد بكل منها ٢٦٠ عينًا (يلزم لكل فدان ١٠٠ صينية)، ثم توضع فى نفق بلاستيكى آخر لمدة ٢-٣ أسابيع، حيث تعطى شتلات جذرية يمكن زراعتها فى الحقل الدائم، مع

إمكان تأخير زراعتها عن موعد الزراعة العادى بنحو ٢-٣ أسابيع، وهى الفترة التى يستغرقها نمو الشتلات فى الصوانى.

رابعًا: طرق أخرى جديدة

من المحاولات التى أجريت لإكثار البطاطا استعمال شتلات السدادة plug transplants (تنتج فى شتّالات ذات عيون رفيعة تخرج منها الشتلة بصلية من الجذور تشبه السدادة) (Lewthwaite & Triggs ١٩٩٩)، وشتلات من أجزاء من الجذور اللحمية يبلغ وزنها ١٠ جرامات (Yamashita ٢٠٠٠).

التكاثر بالبذور الصناعية

تجرى حاليًا محاولات لإنتاج بذور صناعية synthetic seeds من البطاطا لأجل إكثارها تجاريًا، وتتكون هذه البذور من أجنة خضرية somatic embryos يتم إنتاجها فى مزارع الأنسجة، وتغلف بمواد خاملة ليمكن المحافظة عليها من الجفاف، وليسهل تداولها عند زراعتها (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

زراعة الحقل الدائم

تزرع البطاطا على خطوط بعرض ٦٠-٧٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ١٠-١٢ خطًا فى القصبتين) وعلى جانب واحد (يكون الجانب الشمالى أو الغربى حسب اتجاه التخطيط). تزرع العقل أو الشتلات فى الثلث العلوى من الخط فى وجود الماء.

يكون غرس العقل فى التربة فى الاتجاه الطبيعى للبراعم (أى غير مقلوبة) وبعمق نحو ثلثها إلى نصفها على أن يظهر منها برعم واحد على الأقل فوق سطح التربة. أما الشتلات .. فيجب أن تغرس بحيث تغطى كل جذورها وجزء من الساق بالتربة. وفى الولايات المتحدة يتم الشتل آليًا بمعدل ٣-٤ أفدانه للآلة الواحدة يوميًا.

وفى المقابل يذكر Rubatzky & Yamaguchi (١٩٩٩ صفحة ١٣٦) أن زراعة العقل الساقية مقلوبة أو زراعة عقل غير طرفية لا يؤثر على المحصول الناتج منها، ذلك لأن النباتات تنمو زاحفة، وأن النموات الجديدة – التى تنشأ من العقل الورقية – تحافظ على قطبية (polarity) النبات.

تختلف مسافة الزراعة المناسبة للبطاطا باختلاف الظروف والأصناف، وقد قدرت فى تجارب أجريت فى الولايات المتحدة بنحو ٢٠-٣٠ سم فى الصنفين بورتو ريكو Porto Rico، ولتل استم جرسى Little Stem Jersey، و ٤٠ سم فى الصنفين ناسى هول Nancy Hall، وماريلاند جولدين Maryland Golden، بينما تفضل زراعة الصنف جول Jewel على مسافة ٢٣ سم (عن Schultheis وآخرين ١٩٩٩).

ويوصى بزراعة الصنف بيورجارد Beauregard على مسافة ٢٣ سم إذا تأخر الحصاد إلى حين اكتمال تكوين الجذور بعد ١٠٠-١١٠ يومًا من الزراعة - وهو الموعد المناسب للحصول على أعلى محصول من الجذور العالية الجودة - بينما يوصى بزراعته على مسافة ١٥ سم فقط إذا كان الموعد المتوقع للحصاد بعد ٩٠ يومًا فقط من الزراعة فى حالات الحصاد المبكر عند ارتفاع أسعار المنتَج بالأسواق (Schultheis وآخرون ١٩٩٩).

وعمومًا فإن مسافة الزراعة بين النباتات فى الخط تتراوح بين ٢٠، و ٣٠سم، وتفضل المسافات الضيقة فى الأراضى الخصبة، ويفيد ذلك فى الحد من النمو الخضرى، كما تفيد المسافات الضيقة - عمومًا - فى خفض أعداد الجذور غير المرغوب فيها؛ فعندما تكون مسافات الزراعة واسعة تكون الجذور المنتجة كبيرة الحجم تناسب التصنيع والاستعمالات الصناعية، بينما تكون الجذور المنتجة فى مسافات الزراعة الضيقة صغيرة الحجم، وتكون مناسبة للاستهلاك المنزلى.

وتتراوح كثافة الزراعة - عادة - بين ٢٠، و ٣٠ ألف نبات/هكتار (٨,٤-١٢,٦ ألف نبات/فدان).

مواعيد الزراعة

تزرع البطاطا فى معظم أنحاء مصر من أواخر شهر أبريل إلى أوائل يونيو. وقد تتأخر الزراعة إلى أواخر شهر يونيو إلا أن ذلك يؤثر تأثيرًا سلبيًّا على المحصول. ويفضل - دائمًا - التبكير فى الزراعة؛ حتى يكون موسم النمو طويلاً ودافئًا. هذا .. وتزرع البطاطا فى الصعيد، وفى الأراضى الرملية الدافئة فى مارس وأوائل أبريل.

عمليات الخدمة

الترقيع

تجرى عملية الترقيع أثناء الرية الأولى بعد نحو ٥-٦ أيام من الزراعة بعقل من نفس مصدر التقاوى. وقد يجرى - فيما بعد - بنموات جديدة من الحقل المزروع إذا تعذر أخذ عقل من مصدر التقاوى السابق.

العزيق ومكافحة الأعشاب الضارة

تشكل الحشائش مشكلة كبيرة للبطاطا فى مبدأ حياة النباتات. وتؤدى إلى نقص محصول الجذور بنسبة ٩٠٪ فى المناطق الاستوائية. وبنسبة تراوحت بين ٤٠٪، و ٧٦٪ فى معاملات المقارنة الموبوءة بالحشائش فى تجارب المكافحة باستعمال المبيدات.

وفى المقابل .. فإن البطاطا تصبح منافسًا كبيرًا للحشائش بعد أن تغطى نباتاتها سطح التربة. وتختلف أصناف وسلالات البطاطا بشدة فى قدرتها على منافسة الحشائش، وتعد الأصناف العالية المحصول مثل بيوريجارد Beauregard، وإكسل Excel، وريجال Regal، وسنتينيال Centennial أكثر حساسية للحشائش عن غيرها من الأصناف الأقل محصولاً (Bonte وآخرون ١٩٩٩).

تجرى عادة ٢-٣ عزقات، يتم خلالها نقل التربة من الريشة (جانب الخط) البطّالة (غير المزروعة) إلى الريشة العمّالة (المزروعة) بصورة تدريجية إلى أن تصبح النباتات فى وسط الخط. يجب عدم تحريك النموات الخضرية من مكانها أثناء العزيق؛ لأنها تكون جذورًا عرضية أعلى أجزاء الساق التى تلامس التربة الرطبة. يتوقف العزيق عندما تتلاقى النموات الخضرية فى الخطوط المتجاورة بعد نحو شهرين من الزراعة، ويكتفى - حينئذ - بإزالة الحشائش الكبيرة يدويًّا.

ويمكن مكافحة الأعشاب الضارة فى حقول البطاطا باستعمال أى من المبيدات التالية:

١ - المبيد CDAA (أو راندوكس Randox)، بمعدل ٠,٥ كجم للفدان بعد الزراعة مباشرة.

٢ – كلورامبين Chloramben (أو أميبين Amiben)، بمعدل ٢ كجم للفدان عند الزراعة.

٣ – المبيد DCPA (أو داكثال Dacthal)، بمعدل ٢,٢٥–٥ كجم للفدان قبل الزراعة.

٤ – دايفيناميد Diphenamid (أو إينيد Enide)، بمعدل ٢–٣ كجم للفدان عند الزراعة.

٥ – المبيد EPTC (أو إبتام Eptam)، بمعدل ١,٥ كجم للفدان قبل الزراعة (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

٦ – المبيد كلومازون Clomazone (عن Bonte وآخرين ١٩٩٩).

ومن ناحية أخرى .. فإن بقايا محصول البطاطا من جذور وسيقان قد تتبرعم سريعًا بعد الحصاد وتشكل مشكلة كبيرة للمحصول التالى فى الدورة.

الرى

لا تحتاج البطاطا إلى الرى الغزير؛ نظرًا لأن معظم جذورها توجد فى الستين سنتيمترًا العلوية من التربة. ويمكن لنباتات البطاطا التى مرت بمرحلة النمو الأولى أن تتحمل نقص الرطوبة الأرضية بدرجة كبيرة مقارنة بغيرها من الخضروات. هذا إلاّ أن انخفاض الرطوبة كثيرًا خلال مرحلة وضع الجذور المتدرنة بعد نحو ٥٠–٦٠ يومًا من الزراعة يؤثر سلبيًّا على المحصول.

وقد انخفض المحصول الصالح للتسويق ومحصول رتبة U. S. No. 1 حينما زاد الشد المائى الأرضى قبل الرى عن ٢٥ كيلو باسكال، على الرغم من أن محصول الجذور لم يتأثر جوهريًّا حينما بلغ الشد المائى الأرضى ١٠٠ كيلو باسكال خلال فترة ازدياد الجذور فى الحجم (Smittle وآخرون ١٩٩٠). كذلك ازداد محصول البطاطا بنسبة ٦٧٪ عندما أجرى الرى كلما وصلت الرطوبة الأرضية إلى ٥٠٪ من السعة الحقلية مقارنة بالرى كلما وصلت الرطوبة إلى ٢٥٪ من السعة الحقلية.

ويؤدى الإفراط فى الرى إلى رداءة (بهتان) لون الجذور، ونقص محتواها من الكاروتين، والمادة الجافة، والبروتين، ولكن لا تتأثر صلابة الجذور (مرسى والمربع

١٩٦٠، و Ware & McCollum ١٩٨٠)، أو محتواها من الألياف (Constantain وآخرون ١٩٧٤). وتزداد حساسية البطاطا لتشبع التربة بالرطوبة - خاصة - خلال فترة وضع الجذور. ويؤدى استمرار الرطوبة فى التربة أعلى من ٥٠٪ من السعة الحقلية إلى زيادة التلون الإنزيمى فى الجذور المعلبة (عن Thompson وآخرين ١٩٩٢). هذا .. ويؤدى عدم الانتظام فى الرى إلى تشقق الجذور (Ware & McCollum ١٩٨٠).

وقد ازداد محصول البطاطا الصالح للتسويق بزيادة مياه الرى إلى حين بلوغها ٧٦٪ من الـ pan evaporation، ثم انخفض المحصول سريعًا بعد ذلك مع استمرار الزيادة فى كمية مياه الرى. وكان الفقد فى الجذور أثناء التخزين وإصابتها بالأعفان أقل ما يمكن عندما كان الرى بالمستوى المناسب لأعلى محصول، وتناسب مقدار الفقد تربيعيًّا بازدياد كمية مياه الرى عما يلزم لأعلى محصول. كذلك ازداد محتوى الجذور من الدكسترين والمالتوز مع زيادة مياه الرى، وبلغ السكروز أعلى مستوى له عندما كان الرى بمقدار ٩٤٪ من الـ pan evaporation، وانخفض محتوى الجذور من الفراكتوز بزيادة مياه الرى. وقد كانت قيم الجودة المحسوسة الخاصة بالمظهر، والطعم، والقوام، والتفضيل، واللون فى البطاطا المطهية .. كانت تلك القيم أعلى ما يمكن عندما كان الرى بالمستوى المناسب لأعلى محصول (Thompson وآخرون ١٩٩٢).

وتؤدى زيادة الرطوبة الأرضية وقت الحصاد إلى زيادة إصابة الجذور بالأعفان، وتقليل قدرتها التخزينية؛ ولذا .. يمنع الرى قبل الحصاد بنحو ١٥-٣٠ يومًا، حسب طبيعة التربة والظروف الجوية، حيث تقصر الفترة فى الأراضى الرملية وفى الجو الحار.

هذا .. وإلى جانب الرى بالغمر، فإن البطاطا يمكن ريها - كذلك - بأى من طريقتى الرش والتنقيط.

التسميد

ترتبط زراعة البطاطا غالبًا بالأراضى الفقيرة، وهى تتشابه فى هذا الأمر مع الكاسافا، ويرجع ذلك إل نجاح زراعتها فى الأراضى الرملية غير الخصبة، وإلى نقص محصولها أحيانًا فى الأراضى الثقيلة العالية الخصوبة. وعلى الرغم من ذلك فإن المحصول الجيد

للبطاطا لا يتأتى إلا تحت ظروف التسميد الجيد والمتوازن، حيث ترتفع كثيرًا احتياجات المحصول من البوتاسيوم.

لا تعد البطاطا من المحاصيل المجهدة للتربة، كما أنه لا يناسبها التسميد الغزير؛ فكثرة الأسمدة العضوية تساعد على انتشار الأمراض. وتؤدى زيادة التسميد الآزوتى إلى زيادة النمو الخضرى على حساب النمو الجذرى، وتكوين جذور طويلة، ورفيعة، ومضلعة، وذات لون داخلى باهت. وتؤدى زيادة التسميد بكلوريد البوتاسيوم إلى نقص نسبة المادة الجافة بالجذور. والتأثير هنا مرده إلى أيون الكلور، ولكن التسميد المعقول ضرورى لإنتاج محصول جيد من البطاطا. وللبوتاسيوم أهمية خاصة فى تكوين جذور قصيرة وممتلئة، والبورون ضرورى لمنع تكون تعرقات قاتمة اللون Dark Streaks فى مركز الجذور، وهى التى تعد عيبًا فسيولوجيًا. والتسميد الآزوتى ضرورى لتكوين نمو خضرى جيد، قبل أن تبدأ الجذور فى الزيادة فى الحجم. وقد وجد Constantin وآخرون (١٩٧٤) أن زيادة كمية السماد الآزوتى تؤدى إلى زيادة نسبة البروتين فى الجذور، بينما لم يكن لها أى تأثير على نسبة الألياف.

تعرف الحاجة إلى التسميد من تحليل النبات

يمكن التعرف على مدى حاجة النباتات إلى التسميد بتحليل النبات فى منتصف موسم النمو، ويستخدم فى التحليل عنق الورقة السادسة من القمة النامية للنبات. ويدل وجود النيتروجين (على صورة NO_3) بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون، والفوسفور (على صورة PO_4) بتركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون، والبوتاسيوم بتركيز ٣٪ على أن النباتات تعانى من نقص هذه العناصر حتى وإن لم تظهر عليها الأعراض. وتستجيب النباتات للتسميد بها ما دام تركيزها فى النبات يكون أقل من ٣٥٠٠ جزء فى المليون، و ٢٠٠٠ جزء فى المليون، و ٥٪ للعناصر الثلاثة على التوالى، وهى مستويات الكفاية فى هذه المرحلة من النمو.

وتظهر أعراض نقص العناصر المختلفة على النموات الخضرية للبطاطا عندما ينخفض محتوى أنسجتها – على أساس الوزن الجاف – عن ٠,١٢٪ P، و ٠,٧٥٪ K،

و ٠,١٦٪ Mg، و ٠,٢٪ Ca، و ٠,٠٨٪ S، و ١٨-٢٥ جزءًا فى المليون من المنجنيز Mn.

أعراض نقص العناصر

١ - النيتروجين:

يؤدى نقص النيتروجين إلى تقزم النبات وبهتان لونه الأخضر تدريجيًّا إلى أن تصبح الأوراق صفراء اللون بصورة متجانسة.

٢ - الفوسفور:

تظهر أعراض نقص الفوسفور على صورة تلون أخضر قاتم بالأوراق الحديثة غير المكتملة التكوين بينما تصبح الأوراق المسنة مصفرة. وقد يظهر على جانبها السفلى تلون قرمزى.

٣ - البوتاسيوم:

يتميز نقص البوتاسيوم باصفرار الأوراق مع تلون حوافها باللون البنى، ثم جفاف الأنسجة البنية، وظهور بقع صغيرة متحللة على السطح السفلى للأوراق. وتكون الجذور الدرنية للنباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم رفيعة.

٤ - الكالسيوم:

يؤدى نقص الكالسيوم إلى بهتان لون الأوراق الحديثة وتقزم النباتات.

٥ - المغنيسيوم:

يؤدى نقص المغنيسيوم إلى توقف النمو القمى للسيقان وقصر السلاميات واصفرار الأوراق السفلى وموتها المبكر، مع عدم انتظام نمو الجذور وخشونتها وزيادة سمك قشرتها، وظهور قروح سطحية نشطة فى إنتاج إفرازات بنية اللون على السطح، ومساحات أخرى فلينية بنية اللون باللب الداخلى (عن Onwuene ١٩٧٨).

٦ - الحديد والمنجنيز:

يؤدى نقص الحديد والمنجنيز إلى اصفرار ما بين العروق فى الأوراق الحديثة.

الاحتياجات السمادية

تباينت تقديرات كميات العناصر الأولية التى تمتصها نباتات البطاطا باختلاف الدراسات، كما يلى:

- ذكر أن نباتات البطاطا تمتص نحو ٧٠ كجم نيتروجينًا، و ١٠ كجم فوسفورًا، و ١٠٠ كجم بوتاسيوم لكل فدان، ويصل إلى الجذور نحو ٥٧٪، و ٨٠٪، و ٨٠٪ من الكمية الممتصة من العناصر الثلاثة على التوالى.

- قدرت الكميات التى امتصتها نباتات البطاطا التى بلغ محصولها الخضرى ٣٠ طنًّا للهكتار (١٢,٦ طنًّا للفدان) ومحصولها الجذرى ٢٢ طنًّا للهكتار (٩,٢ أطنان للفدان) بنحو ٨٠ كجم من النيتروجين، و ٢٩ كجم من الفوسفور، و ١٨٥ كجم من البوتاسيوم للهكتار (٣٣,٦، و ١٢,٢، و ٧٧,٧ كم من العناصر الثلاثة – على التوالى – للفدان).

توزعت الكميات التى امتصتها نباتات البطاطا من العناصر الرئيسية على الجذور والنموات الخضرية، كما يلى (بالكيلو جرام/هكتار) (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

العنصر	الجذور	النموات الخضرية	المجموع
النيتروجين	٤٧	٥٢	٩٩
الفوسفور	١٩	٨	٢٧
البوتاسيوم	١٧٩	١٠١	٢٨٠
الكالسيوم	١١	٤٦	٥٧
المغنيسيوم	٩	٩	١٨

ولكل من العناصر الأولية أهميته الخاصة، كما يلى:

- يعد البوتاسيوم هامًّا لتكوين الجذور الخازنة الكبيرة لأن زيادة تركيز العنصر فى الأوراق عن ٤٪ يحفز انتقال الغذاء المجهز من الأوراق إلى الجذور، علمًا بأن زيادة تركيز الغذاء المجهز بالأوراق يعد مثبطًا لعملية البناء الضوئى.

- تؤدى زيادة توفر النيتروجين للنبات إلى تحفيز النمو الخضرى؛ مما يخفض من تركيز البوتاسيوم بالأوراق. ويفسر ذلك سبب ارتفاع محصول البطاطا عند انخفاض نسبة

السماد الآزوتى إلى البوتاسيى. والنسبة الموصى بها هى < ١:٣ إلاّ أن النسبة المثلى تتوقف على نسبة الكربون إلى النيتروجين ونسبة النيتروجين إلى البوتاسيوم فى التربة (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

● نادرًا ما تستجيب البطاطا للتسميد بالفوسفور، ويرجع ذلك إلى أنها – مثل الكاسافا واليام – جيدة التأقلم على انخفاض مستوى الفوسفور الميسر فى التربة، وتعد قادرة على إعطاء ٧٥٪ من أقصى محصول لها فى ظروف ينخفض فيها مستوى الفوسفور فى المحلول الأرضى إلى ٠,١ ميكرو مول فوسفور/لتر (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

● وترتبط جذور البطاطا أحيانًا بالميكوريزا *Glomus fasciculatum*، مما يسمح لها بالحصول على احتياجاتها من الفوسفور فى الأراضى الفقيرة فى العنصر.

أما عن الاحتياجات السمادية الفعلية .. فإنه يمكن الاسترشاد فى تقديرها، بما يلى:

● قدرت احتياجات البطاطا السمادية فى بعض الولايات الأمريكية بنحو ٣٢–٤٠ كجم نيتروجين، و ٦٠–١٠٠ كجم P_2O_5، و ٩٠–١٥٠ كجم K_2O (Lorenz & Maynard ١٩٨٠).

● يمكن استعمال سماد مركب تحليله ٦–٩–١٥ بمعدل ٥٦٠–١١٢٠ كجم للهكتار (حوالى ٢٣٥–٤٧٠ كجم/فدان). ويمكن – كبديل لذلك – استعمال الأسمدة البسيطة بمعدل ٣٤–٤٥ كجم N للهكتار (١٤–١٩ كجم N/فدان)، و ٥٠–١٠٠ كجم P_2O_5 للهكتار (حوالى ٢١–٤٢ كجم P_2O_5/فدان)، و ٨٤–١٦٩ كجم K_2O للهكتار (حوالى ٣٥–٧١ كجم K_2O/فدان). ويفضل استعمال نترات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين، مع مراعاة الحذر التام من الإفراط فى التسميد الآزوتى لكى لا يتأخر تكوين الدرنات ويزداد النمو الخضرى على حساب النمو الجذرى (عن Onwueme ١٩٧٨).

برنامج التسميد

يوصى بتسميد البطاطا فى الأراضى السوداء المتوسطة الخصوبة بنحو ٢٠م^3 من السماد العضوى القديم المتحلل تضاف أثناء إعداد الحقل للزراعة، ويضاف معها ٤٥ كجم P_2O_5

(حوالى ٣٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى) للفدان. أما بعد الزراعة فيتم التسميد بحوالى ٣٠ كجم N، و ١٠٠ كجم K_2O للفدان تضاف على ثلاث دفعات، كما يلى: تكون الدفعة الأولى بعد حوالى شهر من الزراعة ويضاف فيها حوالى ١٥ كجم N (يستخدم لذلك سماد سلفات النشادر)، و ٢٥ كجم K_2O (حوالى ٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم)، وتكون الدفعة الثانية بعد نحو شهر من الدفعة الأولى ويضاف فيها حوالى ١٥ كجم N (يستخدم لذلك سماد نترات النشادر)، و ٥٠ كجم K_2O، وتكون الدفعة الثالثة بعد الدفعة الثانية بنحو ٢-٣ أسابيع ويضاف فيها ٢٥ كجم K_2O.

يلاحظ فى برنامج التسميد المقترح الاقتصاد الشديد فى التسميد الآزوتى. ويعد ذلك ضروريًا فى البطاطا لأجل الحد من النمو الخضرى الذى يكون على حساب النمو الدرنى. وبينما يمكن فى الأراضى العالية الخصوبة، أو عند الزراعة بعد البرسيم خفض كمية النيتروجين المستعملة إلى ٢٠ كجم فقط للفدان، فإنه يمكن فى الأراضى القليلة الخصوبة زيادة كمية النيتروجين المستعملة إلى ٤٠ كجم للفدان.

كذلك يلاحظ فى البرنامج السمادى المقترح زيادة كمية البوتاسيوم الموصى بها، وذلك لما للبوتاسيوم من أهمية فى زيادة المحصول، وزيادة دكنة اللون الخارجى الأحمر للجذور، وزيادة قدرتها على تحمل التداول والتخزين، ولذلك كله علاقة بدور البوتاسيوم فى نقل الغذاء المجهز بالأوراق إلى الجذور.

ويتعين فى الأراضى الرملية توزيع كميات الأسمدة الموصى بها على جرعات صغيرة تضاف مع مياه الرى بمعدل ٣-٤ مرات أسبوعيًا.

وبالإضافة إلى ما سبق .. تسمد النباتات بمخلوط من العناصر الدقيقة المخلبية بعد الزراعة بشهر، ثم شهريًا بعد ذلك.

التسميد الحيوى

تعيش بعض الأنواع البكتيرية التى تقوم بتثبيت آزوت الهواء الجوى - مثل *Azospirillum* - فى محيط النمو الجذرى للنباتات غير البقولية. وقد وجد أن تلقيح البطاطا بها أدى إلى زيادة محتوى النيتروجين بالنباتات، ومحصول الجذور، ووزن النمو

الخضرى، كما بـدا أن هـذه البكتيريـا تؤثـر علـى النباتـات مـن خـلال إفرازهـا لبعـض الهرمونات التى تؤثر فى النمو، مثل: السيتوكينينات والأوكسينات (عن Mortley & Hill ١٩٩٠).

كذلك وجد أن تلقيح البطاطا ببكتيريا الـ *Azospirillum* فى أرض فقيرة إلى متوسطة فى محتواها من النيتروجين أدى إلى زيادة المحصول الكلى بمقدار ٥-١٢٪، والمحصول الصالح للتسويق بمقدار ١٧-٢٢٪، بينما أدت البكتيريا إلى نقص النمو الخضرى؛ مما يدل على أن الزيادة فى النمو الجذرى كانت على حساب النمو الخضرى (Mortley & Hill ١٩٩٠).

تقليم النموات الخضرية

ذكر أن تقليم النموات الخضرية للبطاطا يؤدى إلى زيادة محصول الجذور، كما يعمل على الحد من إصابات النموات الخضرية بالأعفان لأن النموات الجديدة تكون قوية، كما تكون أقدر على القيام بعملية البناء الضوئى. ويجـرى التقليم بقطع النموات الخضرية ليصبح طولها ٢٠-٣٠ سم، ويمكن أن يجرى ذلك بعـد حـوالى شـهر مـن الزراعـة (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

هذا .. إلا أنه ثبت عدم صحة هذا الاعتقاد؛ إذ إن المحصول ينخفض مع التقليم، ويتناسب - عكسيًا - مع عدد مرات التقليم (استينو وآخرون ١٩٦٣).

كذلك ثبت أن التقليم للنموات الخضرية ذو مردود سلبى كبير على المحصول وصفات الجودة؛ ففى دراسة إزيلت فيها الأوراق باستمرار بعد ٢٠ يومًا من الزراعة بحيث لم يسمح بتواجد أكثر من ١٠، أو ٢٠، أو ٣٠، أو ٤٠ ورقة على النبات فى أى وقت .. انخفض الوزن الطازج والجاف للنموين الخضرى والجذرى بشدة، ونقص محصول الجذور إلى الثلث عندما تركت ١٠ أوراق فقط على النبات، كما انخفض محتوى الجذور من السكريات الكلية والمختزلة، وكذلك محتوى المواد الكربوهيدراتية فى كل من الجذور والأوراق والسيقان (Biswas وآخرون ١٩٩٦).

قلب النموات الخضرية

نظرًا للسرعة الكبيرة التى تنمو بها الأجزاء الخضرية للبطاطا، فإن ذلك يمكن أن

يشكل بيئة صالحة لتكاثر الحشرات وللإصابات الفطرية والبكتيرية، كما أن النموات الخضرية تعطى جذورًا عرضية عند العقد لدى ملامستها لتربة رطبة؛ الأمر الذى يؤثر على النمو الجذرى الرئيسى. ولذا .. يوصى البعض بقلب النموات الخضرية مرة واحدة على الأقل أو مرتين قبل أن تبلغ أقصى نمو لها، واقترح البعض الآخر قلب النموات الخضرية أسبوعيًّا، بينما يرى غيرهم أن هذه العملية غير آمنة نظرًا لما قد تسببه من أضرار بالنموات الخضرية (Salunkhe & Kadam ١٩٩٨).

المعاملة بمنظمات النمو

● أدى رش نباتات صنف البطاطا كفر الزيات ١ (سلالة جامعة ولاية نورث كارولينا رقم ٩٢٥) بالبكلوباترازول paclobutrazol بتركيز ٤٠ جزءًا فى المليون بعد ٦٠ يومًا من الزراعة إلى زيادة محصول الجذور ومحتواها من المادة الجافة والمواد الصلبة الذائبة (El-Gamal ١٩٩٤).

● أفادت معاملة النباتات قبل الحصاد بالأوكسين Methylester of alpha napthallene acetic acid (اختصارًا MENA) فى تقليل تبرعم الجذور أثناء التخزين. ورغم أن المعاملة أحدثت أضرارًا مؤقتة بالنموات الخضرية .. إلا أنها لم تؤثر على كمية المحصول، أو قدرة الجذور على التخزين (Edmond وآخرون ١٩٧٥).



فسيولوجيا البطاطا

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

يزداد محصول البطاطا على حرارة ٢٥/٢٠°م (نهارًا/ليلاً) بمقدار ٥-٦ أضعاف المحصول على حرارة ١٥/١٣°م، ويزداد فى حرارة تربة مقدارها ٣٠°م عما فى حرارة ١٥°م. ومن ناحية أخرى فإن حرارة الليل المرتفعة تعمل على زيادة معدل التنفس، وتؤثر سلبيًّا على المحصول، كما ينخفض المحصول كثيرًا فى نظام حرارى ٢٩/٢٩°م (نهارًا/ليلاً) مقارنة بنظام ٢٩/٢٠°م.

وقد ازداد الوزن الجاف لجذور البطاطا، كما ازداد حجمها ومحتواها من المادة الجافة عندما تراوحت حرارة الجذور بين ٢٤، و ٢٦°م، كما كان الوزن الجاف للجذور لكل وحدة مساحة من الأوراق (sink strength) أعلى ما يمكن عندما كانت حرارة الجذور ٢٤°م (Eguchi وآخرون ١٩٩٤).

كما درس Kano & Ming (٢٠٠٠) تأثير تدفئة التربة (بين ٢٠، و ٣٦°م) وتبريدها (بين ١٣، و ٣١°م) خلال المرحلة الأخيرة من تكوين الجذور على نموها ونوعيتها، وقد كان وزن الأوراق والسيقان أقل ما يمكن فى معاملة التبريد، وازداد عدد الجذور/نبات عندما دفئت التربة، ونقص العدد بتبريدها. ووجدت علاقة عكسية بين متوسط وزن الجذر وعدد الجذور بالنبات. كذلك كانت قيم محتوى الجذور من المادة الجافة، والنشا، والسكريات الكلية أعلى فى معاملة التبريد عما فى معاملة التدفئة، وكان لون الجذور أحمر زاه فى معاملة التبريد وأقرب إلى البياض فى معاملة التدفئة.

التأثير الفسيولوجى للضوء

الفترة الضوئية

تؤثر الإضاءة على تكوين جذور البطاطا بطريقتين: أولاهما .. أن تكوين الدرنات

يكون أسرع فى النهار القصير، بينما يتأخر تكوينها فى النهار الطويل. وثانيهما .. أن النمو والتطور الطبيعيين لدرنات البطاطا لا يحدثان إلاّ فى غياب الضوء عن الدرنات ذاتها، فيؤدى تعريض المجموع الجذرى للنبات لأى قدر من الإضاءة إلى منع تكوين الدرنات. وحتى إذا ما كانت الجذور المتدرنة قد باشرت بالنمو والزيادة فى الحجم. فإن تعريضها للضوء يوقف نموها. ويقلل محتواها من النشا. ويزيد من محتواها من الألياف. ويتوقف هذا التأثير السلبى للضوء على الدرنات التى تستعيد نموها إذا ما حجب عنها الضوء مرة أخرى.

وبينما يحفز النهار القصير تكوين الجذور فى البطاطا، فإن النهار الطويل يناسب النمو الخضرى القوى على حساب النمو الجذرى.

وتفشل نباتات البطاطا فى الإزهار عند زيادة الفترة الضوئية عن ١٣,٥ ساعة. وذلك هو السبب فى عدم إزهار البطاطا صيفًا شمال خط عرض ٣٠°م شمالاً أو جنوب خط عرض ٣٠° جنوبًا (عن Onwueme ١٩٧٨).

شدة الإضاءة

أدى التظليل بنسبة ٦٠٪ إلى تأخير موعد بداية تكوين الجذور الخازنة. وأدى التظليل بأى نسبة بين ٢٦٪، و ٦٠٪ إلى تقليل عدد الجذور الخازنة المتكونة/م^{2}، وإلى خفض معدل النمو. وأدى التظليل الشديد إلى استمرار النمو الخضرى النشط حتى المراحل المتأخرة من النمو ومنافسته للنمو الجذرى، بينما توقف النمو الخضرى قبل ذلك فى الإضاءة الكاملة، وازدادت نسبة المساحة الورقية مع التظليل، كما وجد ارتباط سلبى بين نسبة المساحة الورقية وكل من محصول الدرنات والمحصول البيولوجى. وازدادت مساحة الورقة الخاصة specific leaf area بنسبة ١١٪ عندما كان التظليل بنسبة ٢٦٪، و ٤٢٪، وبنسبة ٢٠٪ فى تظليل بنسبة ٦٠٪ (Oswald وآخرون ١٩٩٤).

كذلك أدى التظليل إلى نقص محصول الجذور فى خمسة أصناف من البطاطا بدرجات متفاوتة، وكان التأثير الرئيسى للتظليل على محصول الجذور/م٢ من سطح التربة؛ وبذا قلل التظليل من قوة الجذور على جذب الغذاء المجهز إليها. فى الوقت

الذى أدى فيه إلى زيادة قدرة النموات الخضرية علـى استعمال هـذا الغـذاء فـى تكويـن نموات خضرية جديدة (Oswald وآخرون ١٩٩٥).

التأثير الفسيولوجى للرطوبة النسبية

تحت ظروف حرارة ٢٨°م نـهارًا مع ٢٢°م ليلاً، وإضـاءة ١٤ سـاعة يوميًـا، وشـدة إضاءة ٦٠٠ ميكرو مول/م٢ فى الثانية عند مستوى النمو النباتى .. أثرت الرطوبة النسبية (٥٠٪ مقارنة بـ ٨٥٪) على نباتات البطاطا على النحو التالى:

١ – أدت الرطوبة النسبية العالية إلى زيادة عدد الجذور الخازنة بالنبات، وأحدثـت زيادة جوهرية فى الوزن الطازج والجاف للجذور، ولكنها تسببت فى نقص الوزن الطازج والجاف للنموات الخضرية مقارنة بالرطوبة النسبية المنخفضة.

٢ – ازداد دليل الكتلة البيولوجية المأكولـة edible biomass index، ومعـدل النمـو الخطى linear growth rate (بالجرام لكل متر مربع يوميًا) – جوهريًا – فى ٨٥٪ رطوبة نسبية عما فى ٥٠٪.

٣ – كان معدل البناء الضوئى وتوصيل الثغور أعلى فى ٨٥٪ رطوبة نسبية عما فـى ٥٠٪ (Mortley وآخرون ١٩٩٤).

التأثير الفسيولوجى لغدق التربة

يؤدى غدق التربة إلى حدوث أيض لاهوائى فى الجذور يترتب عليه تكوين الإيثانول. ويزداد الفقد فى هذه الجذور بعـد الحصـاد إذا مـا أزيلـت النمـوات الخضريـة فـى هـذه الحقول قبل الحصاد، وهى التى قد تفيد – عنـد تواجدهـا – فـى تخليـص الجـذور مـن الإيثانول المتراكم فيها (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

التأثير الفسيولوجى للتسميد الآزوتى

تؤدى غزارة التسميد الآزوتى إلى تثبيط نشاط نسيج الكامبيوم، وزيادة لجننـة أنسـجة الجذور؛ مما يمنع تكويـن الجـذور الخازنـة، هـذا فـى الوقـت الـذى تحفـز فيـه زيـادة النيتروجين النمو الخضـرى؛ ممـا يـؤدى إلى توجيـه الغـذاء المجـهز إلى تكويـن نمـوات خضرية جديدة بدلاً من توجهه نحو الجذور.

وقد تبين أن أصناف البطاطا التى تعطى محصولاً عاليًّا فى المستويات العالية من التسميد الآزوتى تكون فيها المساحة الورقية/نبات أقل مما فى الأصناف المتأقلمة على مستويات النيتروجين المنخفضة (عن Villagarcia وآخرين ١٩٩٨).

هذا .. وعند خفض معدل التسميد الآزوتى فإن الآزوت يصبح محدِّدًا للنمو الخضرى قبل تأثيره على معدل البناء الضوئى، كما يكون تأثيره أقوى على النمو الخضرى عن تأثيره على معدل البناء الضوئى؛ مما يزيد من قدره الجذور على استقبال الغذاء المجهز فى المستويات المنخفضة من النيتروجين (Villagarcia وآخرون ١٩٩٨).

الأساس الفسيولوجى للقدرة على تحمل الجفاف ونقص العناصر

عند زراعة البطاطا بالعقل الساقية فإن الجذور العرضية سريعًا ما تتكون عليها فى خلال يوم أو يومين. تنمو هذه الجذور بسرعة وتكوّن المجموع الجذرى الليفى للنبات. وقد تتعمق فى التربة إلى مسافة مترين؛ الأمر الذى يتوقف على ظروف التربة. ويفيد هذا التعمق الكبير للجذور فى زيادة تحمل النبات لظروف الجفاف الذى يكون باستطاعته الحصول على الماء من طبقات عميقة نسبيًّا من التربة. ومع نمو السيقان على سطح التربة الرطبة تتكون جذورًا عرضية جديدة عند العقد؛ مما يزيد من كفاءة النبات فى الحصول على حاجته من العناصر (عن Onwueme ١٩٧٨).

فسيولوجيا التكاثر بالعقل الساقية

لم يؤثر وجود القمة النامية من عدمه بالعقل الساقية، أو وضعها فى التربة فى الاتجاه الطبيعى أم مقلوبة على محصول الجذور المنتجة أو درجاتها الحجمية، ويعنى ذلك أنه لا يهم إن كانت العقل المستعملة طرفية أم غير طرفية، ولا يهم إن زرعت مقلوبة أم فى اتجاه النمو الطبيعى. فنجد بعد زراعة العقل الساقية أن الجذور العرضية الليفية تنشأ عند العقد فى جزء الساق الذى يوجد أسفل سطح التربة سواء أكان بالعقل برعم طرفى أم لا، بينما ينمو واحد أو أكثر من البراعم التى توجد فى جزء الساق الموجود فوق سطح التربة .. يحدث ذلك سواء أزرعت العقلة فى اتجاه النمو الطبيعى أم مقلوبة (Hall ١٩٩٤).

وبالمقارنة .. أوضحت دراسات أخرى (Hossain & Mondal ١٩٩٤) أن عقل البطاطا الطرفية تفوقت على العقل الوسطية فى قوة النمو الخضرى للبناتات التى نتجت منها محصولها وحجم جذورها، بينما كانت العقل القاعدية أقلها نموًا ومحصولاً وجودة.

وقد تبين أن جميع عقد أجزاء ساق عقل البطاطا المغروسة فى التربة لها قدرة متماثلة على تكوين الجذور الخازنة بشرط أن يكون قطع العقل بين عقدتين، وظهر فرق بين قدرة العقد على تكوين الجذور الخازنة - حينما كان القطع تحت العقدة مباشرة - حيث ازدادت عند تلك العقدة احتمالات القدرة على تكوين الجذور الخازنة. وقد تبين أن عدد الجذور الخازنة وطولها وقطرها وطول الجزء الذى يصل الجذر بالنبات stalk يقل تدريجيًا عند العقد السفلى تحت سطح التربة؛ ولذا لم تكن هناك فائدة من زراعة العقل على عمق يزيد عن ثلاث عقد تحت سطح التربة، حيث لم يُسهم ذلك فى زيادة المحصول، بينما أسهم فى زيادة الجذور الصغيرة غير الصالحة للتسويق (Plooy وآخرون ١٩٩٢).

مراحل النمو

تمر نباتات البطاطا بثلاث مراحل للنمو، كما يلى:

١ - مرحلة أولية تنمو فيها الجذور الليفية بغزارة مع نمو معتدل فقط للأجزاء الهوائية.

٢ - مرحلة وسطية يكون النمو الخضرى فيها غزيرًا وتبدأ خلالها الجذور المتدرنة فى التكوين.

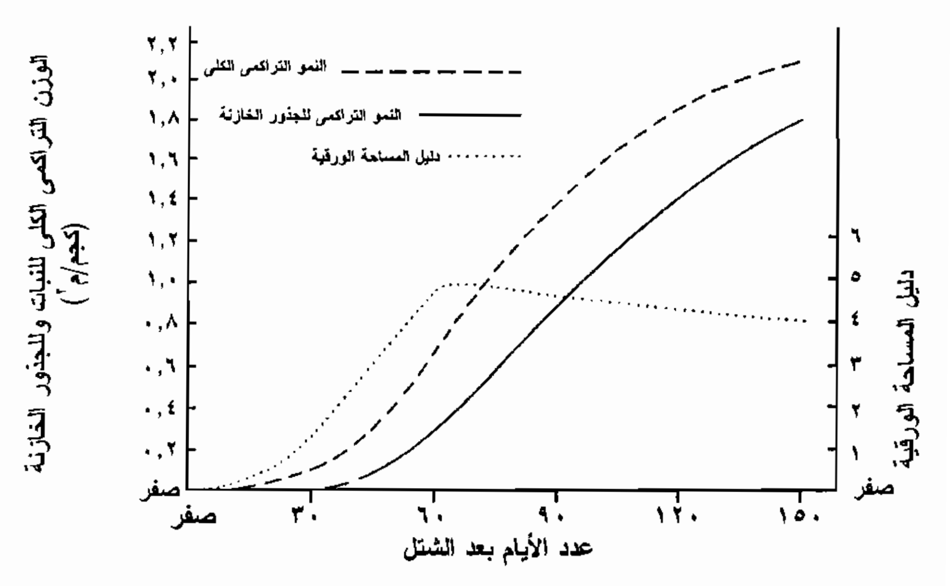
٣ - مرحلة نهائية تزداد فيها الجذور الخازنة فى الحجم، بينما يكون نمو الأجزاء الهوائية والجذور الليفية قليلاً. وتبقى المساحة الورقية الكلية للنبات ثابتة فى بداية تلك المرحلة، ثم تبدأ فى النقصان.

النمو الخضرى

ودليل المساحة الورقية

يكون النمو الخضرى للبطاطا سريعًا، حيث يغطى سطح التربة تمامًا - عادة - بعد

حوالى ٦٠ يومًا من الزراعة، أى فى حوالى منتصف موسم النمو، ويكون دليل المساحة الورقية leaf area index – حينئذ – حوالى ٥,٠، ويعقب ذلك – عادة – انخفاض تدريجى فى دليل المساحة الورقية (شكل ١٣–١).



شكل (١٣–١): النمو التراكمى الكلى لنباتات البطاطا، ونمو جذورها التراكمى الكلى، والتغيرات فى دليل المساحة الورقية leaf area index مع الوقت بعد الشتل.

تُحمل أوراق معظم أصناف البطاطا أفقية؛ ولذا .. فإن يكفى عادة دليلاً للمساحة الورقية leaf area index يتراوح بين ٣، و ٤ لتلقى كل الإشعاع الساقط تقريبًا. وقد أظهرت بعض الدراسات أن زيادة دليل المساحة الورقية عن ٤ تؤدى إلى نقص المحصول. هذا وتتباين أصناف البطاطا كثيرًا فى دليل المساحة الورقية – حيث يزيد بعضها بمقدار ثلاثة أضعاف على البعض الآخر – وفى السرعة التى تغطى بها النموات الخضرية سطح التربة (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

يصل الحد الأقصى لمعدل تراكم المادة الجافة إلى حوالى ٨٥–١٧٠ كجم/هكتار يوميًا، وذلك عندما يبلغ دليل المساحة الورقية ٣,٢٤. وعندما ربيت النباتات رأسيًا على دعائم من الشبك السلكى بارتفاع ١٢٠ سم ازداد الحد الأقصى لمعدل تراكم المادة الجافة كثيرًا حيث بلغ ٢٦٠ كجم/هكتار يوميًا عندما كان دليل المساحة الورقية ٦,٧، وكان

المحصول حينئذ ١٥ طنًّا للهكتار (أى حوالى ٦,٣ أطنان للفدان) (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

شيخوخة الأوراق المسنة وانفصالها

لا يتوقف النمو الخضرى للبطاطا عندما تتلاقى نموات النباتات المتجاورة، وإنما تتجه النباتات – حينئذ – إلى حمل أوراقها الجديدة – التى تتكون فوق نموات خضرية سابقة – على أعناق طويلة، تزداد طولاً بازدياد تراكم النموات الخضرية فوق بعضها البعض. ونتيجة لذلك .. تصبح الأوراق المسنة تدريجيًّا – وبصورة متزايدة – تحت نموات جديدة تحجب عنها ضوء الشمس المباشر؛ مما يؤدى إلى موتها وانفصالها عن النبات أولاً بأول. ولقد وجد أن حوالى ٦٠٪ من أوراق صنف البطاطا جول Jewel تنفصل عن النبات بنهاية موسم النمو لأسباب فسيولوجية لا تمت بصلة ما بأى إصابة بالأمراض أو الآفات.

ويعد انفصال الأوراق مفيدًا للبنات إذ إنه يخلصه من أعضاء لم تعد مفيدة له. فكفاءة البناء الضوئى تنخفض بشدة مع تقدم الأوراق فى العمر، فى حين تكون الأوراق الحديثة التكوين أكثر كفاءة فى البناء الضوئى لكل وحدة مساحة من الأرض. وعلى الرغم من أن حوالى ٣٧٪ مما يوجد بالأوراق المسنة من عناصر وغذاء مجهز ينتقل إلى النبات قبل انفصالها عنه، فإن موت تلك الأوراق لا يكون بغير كلفة للنبات؛ فقد قدر أن فاقد المادة الجافة الذى يحدث بهذه الطريقة يبلغ حوالى ٢,٨ طن للهكتار (حوالى ١,٨ طن للفدان). كذلك يحدث نتيجة لهذا الانفصال تناقص تدريجى فى المساحة الورقية للنبات بالنسبة إلى وزنه الكلى؛ أى تقل تدريجيًّا المساحة الورقية التى تمد وحدة الوزن من النبات بالغذاء المجهز (عن McLaurin & Kays ١٩٩٣).

وقد تراوحت نسبة ألأوراق التى انفصلت عن النبات فى أربعة أصناف من البطاطا – فى غياب أى إصابات بالأمراض والآفات – بين ٤٥٪، و ٦٠٪ من الأوراق الكلية التى كونها النبات حتى موعد الحصاد الطبيعى لكل صنف. ووجد ارتباط معنوى موجب بين انفصال الأوراق وعدد فروع النبات (r^2 = ٠,٨٠)، وعقده (r^2 = ٠,٨٩). كذلك وجد ارتباط معنوى موجب بين انفصال الأوراق والوزن الجاف الكلى (r^2 = ٠,٦٧)، والوزن

الطازج (r^2 = ٠,٦٥) والجاف (r^2 = ٠,٦٠) للجذور، والوزن الجاف للنمو الخضرى (r^2 = ٠,٦٨). وقد تراوح الفقد فى المادة الجافة نتيجة لانفصال الأوراق بين ١,٢ ، و ٢,٦ طن للهكتار (٠,٥–١.١ طن للفدان). وبدا واضحًا أن نسبة الفقد العالية للأوراق ترتبط ارتباطاً قويًا بالنمو الخضرى القوى الذى يتسبب فى تظليل الأوراق المسنة، إلا أن تلك الظاهرة لم تكن لها آثار سلبية على محصول الجذور (McLaurin & Kays ١٩٩٣).

النمو الجذرى والدرنى

أعداد الجذور المتكونة/نبات وتوقيت ظهورها

يصل عدد الجذور المتكونة إلى الحد الأقصى بعد أربعة أسابيع من الزراعة، ولكن يتراوح مدى تلك الفترة – باختلاف الأصناف – بين أربعة وسبعة أسابيع من الزراعة، ويبدأ التغليظ الثانوى بعد ذلك مباشرة. وبينما تستكمل الجذور نموها الطولى فى خلال ١٦ أسبوعًا من الزراعة، فإن الزيادة فى القطر يمكن أن تستمر لمدة ٢٤ أسبوعًا من الزراعة أو حتى اكتمال التكوين. وينتج النبات حوالى ١٠ جذور متدرنة فى العشرين سنتيمترًا السطحية من التربة، ولكن لا تصل جميعها إلى الحجم المناسب للتسويق (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

نشأة الجذور الخازنة

تتكون الجذور الخازنة نتيجة للنمو الثانوى لبعض الجذور التى توجد فى الـ ٢٠–٢٥ سم السطحية من التربة. وعلى الرغم من أن معظم هذه الجذور تنشأ من الجذور العرضية الأولى فى التكوين، إلا أن بعضها قد ينشأ من تلك التى تتكون بعد تكويم التربة على النباتات أثناء نموها.

ويبدو أن الجذور التى تتطور إلى جذور خازنة تختلف – منذ بداية تكوينها – عن نظيراتها من الجذور الليفية. فكما أسلفنا .. يتكون فيها خمس أو ست حزم من الخشب الابتدائى بدلاً من أربع، كما يكون بها نخاع صغير بالمركز بينما لا يتواجد نخاع فى الجذور الليفية الأخرى، وتكون مبادئ الجذور التى تعطى تلك الجذور أكبر قليلاً فى الحجم عن تلك التى تعطى جذورًا عادية.

النمو الثانوى المؤدى لتكوين الجذور الخازنة وزيادتها فى الحجم

يحدث النمو الثانوى الذى يقود إلى تكوين الجذور المتدرنة فى موقعين رئيسيين من الجذر: فأولاً .. ينقسم الكامبيوم الطبيعى الذى يقع بين الخشب واللحاء ليعطى لحاءً ثانويًا جهة الخارج، وخشبًا ثانويًا جهة الداخل، بالإضافة إلى إنتاجه لعدد كبير من الخلايا البرانشيمية الخازنة جهة الداخل؛ وثانيًا .. ينشأ كامبيوم جديد حول الأوعية المفردة للخشب الابتدائى، وبانقسام هذا الكامبيوم يعطى قدرًا كبيرًا من الخلايا البرانشيمية الخازنة باتجاه أوعية الخشب وبعيدًا عنها. كذلك ينتج عدد قليل من القصبات باتجاه الأوعية الخشبية وقليل من الأنابيب الغربالية بعيدًا عنها. وتتكون بين الخلايا البرانشيمية الخازنة الناتجة من نوعى الكامبيوم عديدًا من الأنابيب الناقلة للبن النباتى laticifers.

ويعتقد أن تراكم النشا فى خلايا القشرة ربما يُسهم كذلك فى زيادة حجم الجذر، على الرغم من أن القشرة ربما تزول؛ إذ إن البريدرم ينشأ من الطبقة المحيطية (البيريسيكل) pericycle.

ومع تكوين الجذر المتدرن ينمو كذلك "ساق" الجذر tuber stalk، وهى الجزء الذى يصل الجذر الدرنى ببقية النبات. يحدث النمو الثانوى فى هذا الجزء؛ مما يؤدى إلى تكوين قدرًا كبيرًا من اللحاء الثانوى الذى يهيئ هذا الجزء ليكون ممرًّا لقدر كبير من الغذاء المجهز أثناء زيادة الجذر الدرنى فى الحجم (عن Onwueme ١٩٧٨).

تأثير درجة الحرارة على نمو الجذور الخازنة

تستمر الجذور الخازنة فى التضخم إلى حين الحصاد أو توقف النمو، وتثبط الحرارة العالية نمو الجذور بدرجة أكبر من تثبيطها للنمو الخضرى. وتحدث أفضل زيادة فى النمو الجذرى فى حرارة ٢٥°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً، ويؤدى ارتفاع حرارة التربة عن ٣٠°م إلى نقص المحصول (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

مكونات المحصول

وجد لدى دراسة ٦٥ صنفًا وسلالة من البطاطا أن عدد الجذور المتكونة/نبات كان أهم

مكونات المحصول، وتلاه فى الأهمية حجم الجذور. وقد وجدت ارتباطات قوية وموجبة بين المحصول وكلا من أعداد الجـذور وأحجامـها، وارتبـاط سـلبى بـين أعـداد الجـذور وأحجامها (Zhang & Xu ١٩٩٤).

السيادة القاعدية

تتكون النموات الخضرية على جـذور البطاطا بسـرعة كبيرة فـى الظـروف المناسبة لذلك، حيث لا تمر بفترة سكون. تنشـأ هـذه النمـوات مـن منطقـة الكـامبيوم الوعـائى، وتظهر غالبيتها قريبًا من قاعدة الجذر (الأقرب إلى الجزء الذى يصله بالنبات الأم stalk end)، مما يعنى وجود سيادة قاعديـة proximal dominance (أو basal dominance). وقد اكتشفت هذه الظاهرة لأول مرة بواسطة Thompson & Beattie عام ١٩٣١.

ومع تقدم الدرنات فى العمر أثناء التخزين تقل تدريجيًا شدة السيادة القاعديـة؛ بمـا يسمح بتكوين النموات الجديدة من منطقة الجذر الوسطى بالإضافة إلى طرفـه القـاعدى؛ فقد أدى تخزين الجذور لمدة سنة على حرارة ١٤ْم إلى زيادة عدد النموات التى تكونـت بكل جذر من ٥ فى الجذور غير المخزنة إلى ٣٠ فى الجذور المخزنة. وكان توزيع الجذور الليفية فى الجذور المخزنة على النحو التالى: ٥١٪ عنـد الطـرف القـاعدى، و ٣١٪ فـى وسط الجذر، و ١٨٪ عند الطـرف القمـى (Cordner وآخـرون ١٩٦٦). وتتشـابه ظـاهرة السيادة القاعدية فـى هـذا الشـأن مـع ظـاهرة السـيادة القميـة apical dominance فـى البطاطس التى تقل حدتها، مع زيادة فترة التخزين.

ويترتب على تلك الظاهرة نقص عدد النموات (الشتلات) التى يمكن الحصول عليـها من كل جذر عند إكثار البطاطا. وقد سبقت الإشارة إلى طرق التخلص من ظاهرة السـيادة القاعدية تحت موضوع طرق تكاثر وزراعة البطاطا.

فسيولوجيا الإزهار

لا يعد الإزهار أمرًا ذا أهميـة بالنسـبة لمنتجـى البطاطـا، إلا أنـه غايـة فـى الأهميـة بالنسبة لمربى المحصول؛ وذلك لأن البذور هـى أهـم مصـدر للاختلافـات الوراثيـة التـى يمكن أن ينتخب منها المربى ما يناسبه.

ويذكر Purseglove (١٩٧٤) أن البطاطا نادرًا ما تزهر فى المناطق التى تبعد عن خط الاستواء بأكثر من ٣٠° شمالاً، أو جنوبًا. وتعد البطاطا من نباتات النهار القصير بالنسبة للإزهار؛ فهى تزهر بصورة جيدة عندما لا يزيد طول الفترة الضوئية عن ١١ ١/٢ ساعة، ويكون الإزهار أسرع فى إضاءة قدرها ١٠ ساعات، ويحدث نقص جوهرى فى عدد الأزهار التى ينتجها البنات الواحد بزيادة الفترة الضوئية من ١٠ إلى ١٦ ساعة (Campbell وآخرون ١٩٦٣، و Kay ١٩٧٣). هذا .. وتختلف أصناف وسلالات البطاطا من حيث قدرتها على الإزهار.

وتؤثر الحرارة سلبيًّا على الإزهار؛ فلا تحدث فى حرارة تزيد عن ٢٧°م، بينما يكون الإزهار وتكون البذور أفضل ما يمكن عندما لا تزيد الحرارة العظمى نهارًا عن ٢٣-٢٤°م، ولا تقل الحرارة الصغرى ليلاً عن ١٣-١٩°م (عن Norman وآخرين ١٩٩٥).

أشكال الجذور، وأحجامها، وألوانها

تتراوح جذور البطاطا المكتملة التكوين فى الشكل من الكروية إلى الأسطوانية والمغزلية، وفى الوزن من ١٠٠ جم إلى كيلو جرام، وفى الطول من عدة سنتيمترات إلى أكثر من ٣٠ سم. تتصل الدرنة بالنبات بواسطة عنق سميكة نسبيًا، وتنسحب إلى جذر رفيع من طرفها الآخر. تغطى الدرنة بطبقة رقيقة من الفلين، وقد تكون ناعمة أو مضلعة بغير انتظام. يحتوى الجلد واللب على صبغات كاروتينية وأنثوسيانينية تكون هى المسئولة عن اللونين الخارجى والداخلى للدرنة. وتبعًا لنسبة كل من الصبغتين تتراوح الألوان الداخلية والخارجية بين الأبيض، والأبيض المصفر، والوردى، والقرمزى، مع مختلف الدرجات بين تلك الألوان. أما الأنابيب اللبنية فإنها تنتشر فى كل أجزاء لب الدرنة (عن Onwuene ١٩٧٨).

المحتوى البروتينى للجذور

تختلف أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا فى محتواها من البروتين. وفيما يلى أمثلة لمدى التباين الذى وجد بين الأصناف فى بعض الدراسات:

١ - تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) فى ٩٩ صنف من البطاطا،

من ١,٧٣٪ فى الصنف NC 235 إلى ٩,١٤٪ فى الصنف بورتو ريكو Puerto Rico. وتبين من تحليل الأحماض الأمينية وجود نقص واضح فى الحامض الأمينى تريبتوفان tryptophan، والأحماض الأمينية المحتوية على على الكبريت، إلا أن الأحماض الأمينية الضرورية الأخرى كانت موجودة بوفرة (Purcell وآخرون ١٩٧٢).

٢ – تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الرطب) فى ٧٥ صنفًا وسلالة تربية اختبرت فى مصر من ٠,٤٥٪ إلى ١,٠٦٪. وقد تراوحت النسبة من ٠,٦١–٠,٧٨٪ فى الصنف ١٧–٨ (منجاوى)، ومن ٠,٤٨–٠,٦٨٪ فى الصنف مبروكة (Tawfik ١٩٧٤).

٣ – تراوحت نسبة البروتين (على أساس الوزن الجاف) فى ١٦ صنفًا وسلالة من ٤,١٧٪–٦,٥١٪. ووجد أن نسبة البروتين تقل بمقدار ٠,٠٠٦٧٪ يوميًا، إلا أن معدل الزيادة فى المحصول كان ثلاثة أمثال معدل النقص فى نسبة البروتين، وهو ما يدل على ان الحصاد المبكر بغرض زيادة نسبة البروتين ليس إجراء عمليًا، أو اقتصاديًا (Purcell ١٩٧٦).

محتوى المواد الكربوهيدراتية بالجذور

التغيرات فى المحتوى الكربوهيدراتى المصاحبة لنمو الجذور وعلاجها وتخزينها

تحدث تغيرات فى تركيز كل من النشا والسكر وفى النسبة بينهما أثناء نمو الجذور. ففى البداية .. يكون تركيز النشا منخفضًا فى الجذور الصغيرة جدًا، ويظل منخفضًا خلال فترة النمو الخضرى السريع؛ بسبب استهلاك المواد الكربوهيدراتية المجهزة فى تكوين الأنسجة الجديدة. كذلك ينخفض محتوى السكريات الكلى خلال فترة النمو الخضرى السريع. ومع ازدياد الجذور فى الحجم يستمر انخفاض مستوى السكريات بينما يزداد محتوى النشا (عن Rubatzky & Yamaguchi ١٩٩٩).

وقد درس Bonte وآخرون (٢٠٠٠) التغيرات التى تحدث فى محتوى المواد الكربوهيدراتية بجذور البطاطا خلال مراحل تكوينها، وذلك فى ستة أصناف، هى: بيوريجارد Beauregard، و هارت–أو–جولد Heart-o-Gold، وجول Jewel، ورروجو

بلانكو Rojo Blanco، وترافس Travis، وهوايت ستار White Star، وكانت النتائج كما يلي:

١ – كان السكروز هو السكر الرئيسى خلال جميع مراحل تكوين الجذور، حيث مثَّل ما لايقل عن ٦٨٪ من السكريات الكلية كمتوسط عام لجميع الأصناف ومراحل النمو.

٢ – احتوى الصنف هارت–أو–جولد على أعلى تركيز من السكروز عن جميع الأصناف الأخرى وفى جميع مراحل النمو.

٣ – اختلف محتوى الجذور من الفراكتوز باختلاف الأصناف ومرحلة النمو.

٤ – أظهر الصنف بيورجارد زيادة منتظمة فى محتوى الفركتوز مع تقدم مراحل النمو، بينما أظهر الصنف هوايت ستار اتجاهًا عكسيًّا.

٥ – كانت التغيرات فى محتوى الجلوكوز مماثلة للتغيرات فى الفراكتوز.

٦ – كانت العلاقة بين السكريات الأحادية، كما يلى:

الفراكتوز = (٠,٧٢٠٧ × الجلوكوز) + ٠,٠٢٤١

٧ – ازداد الوزن الجاف ومحتوى المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول مع الوقت فى معظم الأصناف، وكانت العلاقة بينهما، كما يلى:

المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول = ٠,٠٠٠٨٩ × المادة الجافة.

ويقدر محتوى جذور البطاطا من مختلف المواد الكربوهيدراتية، كما يلى (عن Bonte وآخرين ٢٠٠٠):

المحتوى	المدى (٪)	ملاحظات
البطاطا النشوية (بيضاء إلى كريمية اللون من الداخل):		
المادة الجافة (ترتبط إيجابيًّا بنسبة النشا)	٢٥–٣٥	تقل الصلاحية كغذاء بزيادة النسبة
السكريات الكلية	٢,٩–٣,٢	على أساس الوزن الطازج
السكروز	١,٣–٢,٥	على أساس الوزن الطازج
الفراكتوز	٠,٤–٠,٧	على أساس الوزن الطازج
الجلوكوز	٠,٤–١,٠	على أساس الوزن الطازج

المحتوى	المدى (٪)	ملاحظات
أصناف المائدة (كريمية إلى برتقالية اللون من الداخل):		
المادة الجافة	١٧,٧–٢٦,٣	
النشا	١٣–٢٢	
السكريات الكلية	٤,٦–٥.٥	على أساس الوزن الطازج
السكروز	٢,٨–٤,١	على أساس الوزن الطازج
الفراكتوز	٠,٣–١,٢	على أساس الوزن الطازج
الجلوكوز	٠,٢–١,٥	على أساس الوزن الطازج

وبدراسة محتوى ستة أصناف من البطاطا من مختلف السكريات عند الحصاد، وبعد العلاج لمدة ١٠ أيام على ٣٢°م، و ٩٠٪ رطوبة نسبية، وبعد ٤٦ أسبوعًا من التخزين على ١٥,٦°م، كانت النتائج كما يلي:

١ – كان المالتوز هو السكر الرئيسي، والسكروز السكر الثانوى فى كل الأصناف عند الحصاد.

٢ – انخفض تركيز المالتوز أثناء العلاج واستمر الانخفاض لفترة طويلة أثناء التخزين.

٣ – ازداد تركيز السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز أثناء العلاج واستمرت الزيادة لمدة لم تقل عن أربعة أسابيع اثناء التخزين وذلك فى الأصناف ذات اللب البرتقالى.

٤ – كان تركيز السكروز أعلى – دائمًا – عن تركيز السكريات الأخرى وحيدة التسكر.

٥ – اختلف الأصناف فى محتواها من مختلف السكريات، وفى التغيرات التى حدثت فى تركيزاتها أثناء العلاج والتخزين (Picha ١٩٨٦).

هذا .. وتبقى نسبة الفراكتوز إلى الجلوكوز ثابتة تقريبًا عند ٠,٤٤:٠,٥٦ فى معظم أصناف البطاطا أيًا ما كان التركيز الكلى للسكروز والفراكتوز والجلوكوز، ولكن توجد علاقة عكسية بين السكروز وكل من الجلوكوز والفراكتوز (Lewthwaite وآخرون ١٩٩٧).

ويتحول جزء كبير من النشا المخزن فى جذور البطاطا أثناء شيها فى الأفران إلى دكسترين ومالتوز بواسطة الإنزيمين ألفا أميليز، وبيتا أميليز. ومن السكريات الأخرى التى توجد فى البطاطا المشوية السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز.

وبينما يكون لون شبس البطاطا فاتحًا بصورة مرغوبة بعد الحصاد مباشرة، حيث ينخفض تركيز الجلوكوز والفراكتوز فى الجذور، فإن تخزين الجذور على أى من ٧، أو ١٥,٦، أو ٣٢°م يؤدى إلى زيادة محتواها من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز؛ مما يعمل على زيادة دكنة لون رقائق الشبس التى تُصنَّع منها. ولم يمكن تغيير تركيز السكر بالتحكم فى درجة حرارة التخزين (Picha ١٩٨٦).

الكثافة النوعية وعلاقتها بمحتوى الجذور من النشا والمواد الكربوهيدراتية الكلية

يمكن تمييز قيمتين للكثافة النوعية فى جذور البطاطا: الأولى هى الخاصة بالكثافة النوعية المعدلة Adjusted Specific Gravity، وهى الكثافة النوعية للأنسجة ذاتها بعد ملء الفراغات بين الخلايا intercellular spaces بالماء تحت تفريغ، والثانية هى الكثافة النوعية غير المعدلة unadjusted specific gravity. وقد فصَّل Kushman & Pope (١٩٦٨) طريق تقدير الكثافة النوعية بنوعيها، وحجم المسافات البينية داخل أنسجة الجذور. كما توصل Kushman وآخرون (١٩٦٨) - أيضًا - إلى معادلات يمكن استخدامها فى حساب نسبة المادة الجافة فى الجذور، إذا ما عرفت كثافتها النوعية المعدلة، وهى كما يلى:

١ - بالنسبة للجذور الحديثة الحصاد:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١,٦٦ + ٢١٦,١ (س-١).

٢ - بالنسبة للجذور المعالجة لمدة ١٤ يومًا:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١,٥٣ + ٢٢٢,١ (س-١).

٣ - المتوسط العام لجميع الأصناف:

النسبة المئوية للمادة الجافة = ٢,١٩ + ٢١٥,٤ (س-١).

حيث س = الكثافة النوعية المعدلة.

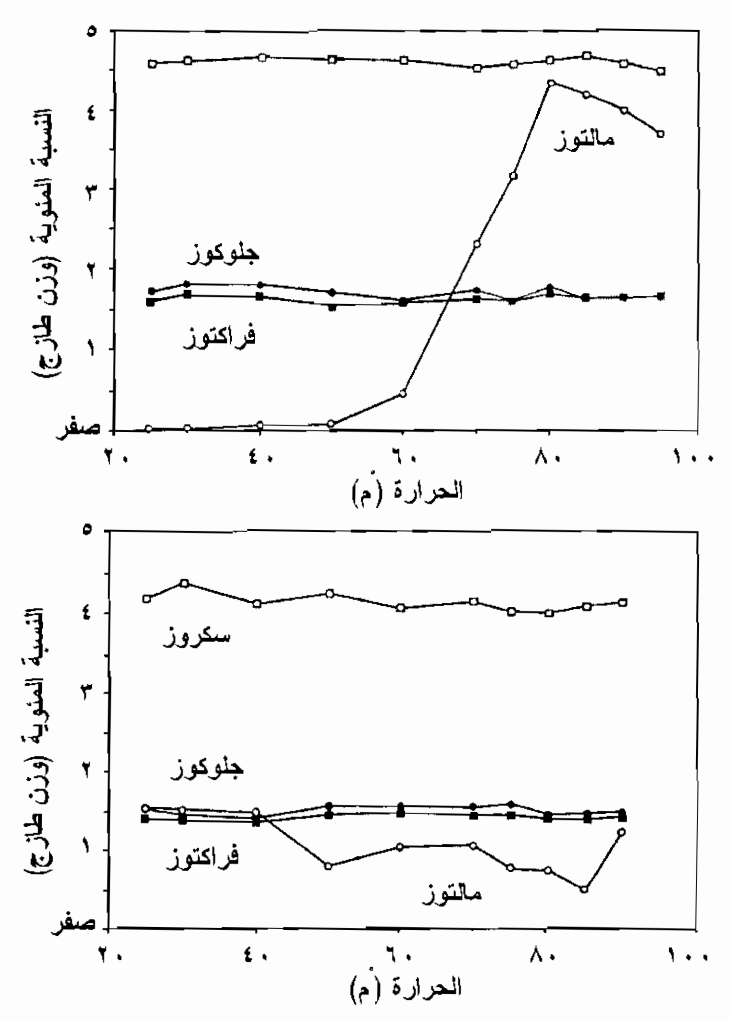
هذا .. وقد تباينت نسبتا النشا والسكريات الكلية (على أساس الوزن الطازج) فى ٧٥ صنفًا وسلالة من البطاطا فى مصر كما يلى:

١ – أصناف المائدة: نسبة النشا من ١٠,٢٩ إلى ١٦,٥٣٪، ونسبة السكريات الكلية من ٢,٧٧٪ إلى ٤,٦٥٪.

٢ – الأصناف النشوية: نسبة النشا من ١٦,٦٠–٢٢,٧٢٪، ونسبة السكريات الكلية من ١,٦٩ إلى ٣,٢٣٪. وكان من بين الأصناف والسلالات المهمة التى أنتجت فى مصر، وتميزت باحتوائها على نسبة عالية من النشا .. كل من الصنف مبروكة الذى لم يزرع أبدًا لهذا الغرض، وانتشرت زراعته كصنف مائدة، والسلالتان ٦٢، و ٢٦٦ اللتان أنتجتهما وزارة الزراعة، علمًا بأن السلالة الأخيرة تنتج حوالى ٣.٣ أطنان من النشا للفدان (عن Tawfik ١٩٧٤).

التغيرات فى المحتوى الكربوهيدراتى المصاحبة لشىّ الجذور فى الأفران

تحدث زيادة كبيرة فى تركيز السكر فى جذور البطاطا لدى تعرضها للحرارة العالية، وذلك من جرّاء التحلل السريع للنشا المخزن بها من خلال نظام الأميليز amylase system؛ مما يؤدى إلى إنتاج المالتوز maltose (شكل ١٣–٢). ويتضمن هذا التفاعل إنزيمين، هما: ألفا أميليز α-amylase (أو 1,4-α-D-glucan glucogydrolase)، وبيتا أميليز β-amylase (أو 1,4-α-D-glucan maltohydrolase). يترتب على نشاط إنزيم الألفا أميليز إنتاج الدكسترين وكميات قليلة من السكريات المختزلة التى من أهمها المالتوز. أما نشاط إنزيم البيتا أميليز فيترتب عليه إنتاج المالتوز. ويحدث التحلل بسرعة فائقة، حيث يكون أسرع بمقدار $١٠^{١٠}$ إلى $١٠^{١٢}$ مرة من سرعة التحلل بالـ proton catalysis باستعمال الأحماض، إلى درجة أن جزئ واحد من البيتا أميليز يمكنه تحليل ٢٥٠٠٠٠ رابطة جلوكوسيدية فى الدقيقة. وتتحدد درجة الحلاوة النهائية للبطاطا المشوية بكل من كميات ونوعيات السكريات التى تتواجد فى الجذور الطازجة، وبتركيز المالتوز الذى يتكون من خلال تحلل النشا أثناء الطهى. وبينما يكون المالتوز أقل حلاوة من السكريات المتواجدة أصلاً، فإن إنتاجه بكميات كبيرة يكسب البطاطا طعمها الحلو، كما يعد المالتوز هو السكر المفضل للبطاطا فى اختبارات التذوق (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).



شكل (١٣-٢): تأثير درجة الحرارة على التغيرات فى مستوى مختلف السكريات فى صنف البطاطا جول **Jewel**: (أ)- أثناء الشىّ فى الفرن، (ب)- أثناء الشىّ فى الفرن بعد سبق تعرضها للميكروويف لمدة دقيقتين (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

إن كمية المالتوز التى تتكون فى جذور البطاطا أثناء شيها تتوقف على درجة حرارة الشىَ. وأنسب مجال حرارى لنشاط الإنزيمين المسئولين عن إطلاق المالتوز هو ٧٠-٧٥°م للألفا أميليز. و ٥٠-٥٥°م للبيتا أميليز، وتلك حرارة أعلى بكثير مما يكفى لوقف نشاط معظم الإنزيمات النباتية. هذا .. ويزداد محتوى السكر الكلى فى جذور البطاطا أثناء

الكاملة تكون دائمًا أعلى من حرارة المركز؛ لذا فإن كلاً من التحلل الإنزيمى وتوقف النشاط الإنزيمى يبدآن من الخارج ويتقدمان نحو المركز. ويزداد التركيز النهائى للمالتوز إذا وضعت الجذور فى فرن بارد ثم أشعل الفرن لترتفع حرارة الجذور ببطء. عما لو وضعت فى فرن ساخن مباشرة، حيث ترتفع فيه حرارة الجذور عن ٨٠°م فى خلال فترة وجيزة لا تسمح باستمرار التحلل الإنزيمى إلى حين إنتاج تركيز مقبول من المالتوز. ويحدث الشئ ذاته عند استعمال أفران الميكروويف فى شىّ البطاطا حيث يحدث التسخين فيها بسرعة شديدة وفى كل أنسجة الجذر فى وقت واحد؛ مما يؤدى إلى انخفاض مستوى المالتوز الناتج بشدة.

ونظرًا لأن أصناف البطاطا تتباين فى كل من محتوى جذورها الطازجة من السكريات وفى شدة نشاط ما بها من إنزيم البيتا أميليز المسئول عن تحلل النشا، فإنه يمكن توقع وجود أربع مجموعات من الأصناف، كما يلى:

١ - أصناف فقيرة فى السكريات وضعيفة فى تحلل النشا.

٢ - أصناف فقيرة فى السكريات ونشطة فى تحلل السكر.

٣ - أصناف غنية فى السكريات وضعيفة فى تحلل النشا.

٤ - أصناف غنية فى السكريات ونشطة فى تحلل النشا.

وتعتبر أصناف المجموعة الأخيرة أكثرها حلاوة بعد الطهى (عن Kays & Wang ٢٠٠٠).

محتوى الكاروتين بالجذور

تتباين أصناف وسلالات البطاطا كثيرًا فى محتواها من الكاروتين، ففى دراسة أجريت على ٧٥ صنفًا وسلالة فى مصر .. تراوحت النسبة (على أساس الوزن الرطب) من آثار إلى ١,٢٧ ملليجرام/جم فى الأصناف النشوية البيضاء، ومن ٥,٥٢ إلى ١٥,١٤ ملليجرام/جم فى أصناف المائدة الصفراء والبرتقالية. ويقدر محتوى الكاروتين (بالملليجرام لكل جرام من الجذور الطازجة) بنحو ٠,٢٥ فى الصنف الإسكندرانى، و ٦,٠ فى الصنف بورتو ريكو، و ١٢,٠ فى الصنف جولدرش Goldrush، و ١٧,٠ فى الصنف سينتينيال Centennial، و ٢١,٣٧ فى السلالة المنتخبة محليًا ١-١. ويشكل البيتا

كاروتين أكثر من ٨٥٪ من الكاروتينات الكلية التى تضم كلاً من: الفيوتوين Phytoene، والفيتوفلوين Phytofuene، والزيتا كاروتين.

هذا .. وتختلف نسبة الكاروتين من جذر لآخر على النبات نفسه بمقدار ٤٧٪ إلى ٨٢٪، كما تختلف فى أجزاء الجذر المختلفة؛ فهى تكون أعلى ما يمكن فى الطرف القاعدى (المتصل بالنبات)، وتقل باتجاه الطرف الآخر، وتزيد فى المركز عنه فى الأجزاء الخارجية للجذر (عن Tawfic ١٩٧٤).

ويرتبط محتوى الجذور من الكاروتين بعدد من الصفات الأخرى. والارتباط إيجابى، ويقدر بنحو ٠,٥٧ مع نسبة الرطوبة، و ٠,٦٥ مع نسبة السكريات الكلية بالجذور. كما يوجد ارتباط سلبى يقدر بنحو -٠,٦٩ بين محتوى الجذور من الكاروتين ونسبة النشا بها. هذا .. بينما لم يظهر ارتباط بين محتوى الجذور من الكاروتين، وأى من نسبة البروتين، أو نسبة الألياف، أو نسبة الرماد بها (Stino وآخرون ١٩٧٧).

وقد ثبت من تجارب التطعيم التى أجراها Miller & Gaafar عام ١٩٥٨ (عن مرسى والمربع ١٩٦٠) أن الكاروتين يصنع فى الجذور. ويبدو أن تمثيل الكاروتين فى الجذور يستمر لمدة بعد الحصاد، وتختلف الأصناف فى هذا الشأن.

النكهة

لا تظهر النكهة المميزة للبطاطا فى درجات الحرارة العادية للطهى؛ ولذا .. فإن التفاعلات الحرارية تبدو ضرورية لتمثيل المركبات المسئولة عن النكهة. وقد وجد أن المالتول maltol (وهو: 3-hydroxy-2-methyl-4-pyrone) هو أحد المركبات الهامة التى تشكل النكهة المميزة للبطاطا المجهزة فى الفرن (Sun وآخرون ١٩٩٥).

ونظرًا لكثرة المركبات المتطايرة التى أمكن التعرف عليها فى البطاطا المشوية، فإن إجراء اختبارات التذوق للربط بين مختلف المركبات والنكهة المميزة للبطاطا يعد ضروريًا لتحديد المركبات المسئولة عن النكهة.

وفى دراسة أخرى أمكن التعرف على ٢٢ مركبًا متطايرًا فى ثلاثة أصناف من البطاطا المطهية (بالكميات النسبية الموضحة قرين كل صنف) كما يلى (عن Salunkhe & Kadam ١٩٩٨):

المركب	99 (٪ من المساحة)	Tainung (٪ من المساحة)	Jewel (٪ من المساحة)
Toluene	آثار	آثار	آثار
Pyridine + xylene	آثار	آثار	آثار
Furfural	١,٠	١,٣	١.١
2-Acetylfuran	آثار	آثار	آثار
Benzaldehyde	١,٥	١,٠	٢,٧
5-Methyl-2-furfural	٥,٩	٢,١	١٠,١
Limonene	آثار	آثار	آثار
Cineole	--	آثار	آثار
Phenylacetaldehyde	٢.٢	آثار	٢,٦
Linalool + nonanal	آثار	١,٢	٤,٣
α-Terpineol	آثار	آثار	٤.٤
β-Cyclocitral	آثار	آثار	آثار
α-Copaene	١٣.٨	٢,٣	٥,٨
Caryophyllene	٢,٧	آثار	١,٧
Sesquiterpene hydrocarbon I + M 204	آثار	آثار	آثار
Sesquiterpene hydrocarbon II + M 204	آثار	آثار	آثار
(E)-β-Farnesene	١,٩	آثار	٢,٥
α-Cadinene	١,٠	--	١,٣
β-Ionone	٧,٤	١,٨	٤,٦
Sesquiterpene hydrocarbon III + M 204	--	آثار	١,٢
Sesquiterpene hydrocarbon IV + M 204	آثار	١,٣	آثار
Palmitic acid	١,٥	١.١	٢,٥

وقد تمكن Wang & Kays (٢٠٠٠) من عزل ٦٠ مركبًا متطايرًا من الجذور المشوية فى الفرن لصنف البطاطا جول Jewel، وعرّفا ٤٨ منها، وحددا أكثرها علاقة بالنكهة المميزة للبطاطا على النحو التالى:

n-decanal	متوسطة
2,4-decadienal	متوسطة
octyl ketone	متوسطة
alpha-copaene	متوسطة
4-decanolide	متوسطة

المركب	النكهة التي يضيفها	معامل التخفيف	الأهمية للنكهة
Phenylacetaldehyde	perfume	١٥٠٠	عالية جدًا
Maltol	caramel	١٥٠٠	عالية جدًا
Methyl gernata (2,6-octadienoic acid, 3,7-dimethy ester)	sweet candy	١٥٠٠	عالية جدًا
2-Acetyl furan	baked potato	١٠٠٠	عالية
2-Pentyl furan	floral	١٠٠٠	عالية
2-Acetyl pyrrole	sweet, caramel	١٠٠٠	عالية
Geraniol	sweet floral	١٠٠٠	عالية
Beta-ionone	violet	١٠٠٠	عالية
1.2,4-trimethyl benzene			متوسطة
2-furmethanol			متوسطة
benzaldehyde			متوسطة
5-methyl-2-furfural			متوسطة
linalool			متوسطة
isopulegone			متوسطة

هذا .. ولم يجد الباحثان (Wang & Kays ٢٠٠٠) مركبًا واحدًا يمكن اعتباره المسئول الأساسى عن نكهة البطاطا المشوية فى الفرن، وبدا واضحًا أن النكهة ترجع إلى مخلوط مركب من تلك المركبات.

وقد تكونت المركبات المتطايرة المختلفة فى البطاطا المشوية فى الفرن نتيجة للتفاعلات والتغيرات التالية:

Millard reaction
Caramelization reaction
Strecker degradation of phenylalanine
Lipid degradation
Carotenoid degradation
Thermal release of glycolosidically bound terpenes

ويزداد كثيرًا تركيز مختلف المركبات المتطايرة فى البطاطا المشوية فى الأفران العادية عما فى تلك التى تشوى فى أفران الميكروويف (جدول ١٣-١)؛ بسبب الارتفاع الشديد غير التدريجى الذى يحدث فى أفران الميكروويف، والذى يؤثر سلبيًا على التفاعلات المؤدية إلى تكوين المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة المميزة للبطاطا.

جدول (١٣-١): التركيزات النسبية للمركبات المتطايرة من جذور البطاطا المشوية فى كل من الأفران العادية وفى أفران الميكروويف (Wang وآخرون ١٩٩٨).

المركب	التركيز النسبى (ميكرو جرام/كجم وزن طازج) عند الشىّ فى	
	فرن عادى	فرن الميكروويف
Pyridine	١,٨٦	٠,٢٤
1,2,4-Trimethyl benzene	٠,٧٦	٠,١٣
3-Furaldehyde	٤,٨١	٠,٠١
Xylene	٠,٠٣	--
2-Furmethanol	٣,٨٤	٠,٤٨
Furfuryl alcohol	٠,٣٩	٠,٠١
2-Acetl furan	٠,٥٩	٠,١٤
Benzaldehyde	٠,٤١	٠,١٠
5-Methyl-2-furfural	٠,١٤	٠,٠٢
2-Pentyl furan	٠,٣١	٠,٠١
2,3-Pentanedione	٠,١٨	٠,٠٤
Phenylacetaldehyde	٦,٢٧	٠,٠٤
Limonene	آثار	آثار
3,4-Dihydropyran	٠,٢٢	٠,٠٢
2-Acctyl pyrrole	آثار	٠,٠٢
Maltol	٣,٧٠	٠,٠٤
Linalool	٠,٢٤	٠,٠٤
Isopulegone	آثار	آثار
Geraniol	٠,٢٠	٠,٠١
2,4-Nonadienal	٠,٨٩	٠,١٤
Cyclohexanol	٠,٤٩	٠,٠٤
n-Decanal	آثار	---
2,2-Dimethyl-1,3-cyclohexanediol	آثار	٠,٠٢
2,3-Nonadecanediol	٠,٧٣	---
2,4-Decadienal	آثار	---
Octyl ketone	آثار	آثار

المركب	التركيز النسبى (ميكرو جرام/كجم وزن طازج) عند الشىّ فى: فرن عادى	فرن الميكروويف
Methyl geranate	آثار	آثار
Germacrene D	٠,٢٨	٠,٠٦
β-Caryophyllene	آثار	٠,٠٢
β-Farnesene	٠,١٧	٠,٠٦
α-Copaene	آثار	٠,٠١
α-Biszbolene	آثار	٠,٠٦
Bohlmann 176	٠,١٦	٠,٠٦
2(4H)-Benzofuranone	٠,٢٧	٠,٠٧
β-Ionone	٠,٦٨	٠,٠٦
Nerolidol	آثار	٠,١١
4-Decanolide	آثار	--
Unknown غير معروف	آثار	آثار
Tetradecanoic acid	٠,١٩	٠,٠٥
المجموع	٢٦,٨٧	١,٧٣

وقد كان لعلاج الجذور دورًا واضحًا فى تحسين نكهة البطاطا؛ فقد بلغت الكمية الإجمالية من المركبات المتطايرة النشطة فى إضفاء النكهة المميزة للبطاطا فى الجذور غير المعالجة ٣٧٪ فى الصنف Jewel، و ١٢٪ فى سلالة التربية GA90-16 من الكمية الإجمالية للمركبات المتطايرة النشطة فى إضفاء النكهة المميزة فى الجذور التى سبقت معالجتها، كما لم يمكن التعرف على وجود بعض المركبات فى الجذور غير المعالجة؛ فلم يمكن التعرف إلاّ على ٢٢ مركبًا من ٣٨ فى سلالة التربية GA90-16، و ٣٤ مركبًا من ٣٧ فى الصنف Jewel (جدول ١٣-٢). ويعنى ذلك أن العلاج أحدث نشاطًا فى الإنزيمين ألفا أميليز وبيتا أميليز اللذان نشَّطا - بدورهما - تحلل النشا أثناء شىّ البطاطا فى الفرن؛ ومن ثم تكونت السكريات الأحادية التى كانت بمثابة بادئات لبعض المركبات المتطايرة الخاصة بالنكهة (Wang وآخرون ١٩٩٨).

جدول (١٣-٢): تأثير العلاج على محتوى جذور صنفين من البطاطا المشوية فى الأفران العادية من المركبات المتطايرة (Wang وآخرون ١٩٩٨).

المركب	التركيز النسبى (ميكروجرام/كجم وزن طازج)			
	GA90-16		Jewel	
	معالجة	غير معالجة	معالجة	غير معالجة
Pyridine	١,٧	آثار	٥,٦	١,٥
1,2,4-Cyclopentanetriol	٠,٧	آثار	١,٢	٠,٦
1,2,4-Trimethyl benzene	٢,٤	٠,١	٢,٧	١,٣
3-Furaldehyde	٢,٤	٠,٢	١٤,٥	٨,٠
Xylene	٠,١	—	٠,٣	آثار
2-Furmethanol	١,٨	١,٥	١٤,١	١٣,١
Furfury alcohol	٢,٨	٠,٣	١,٣	١,٢
2-Acetyl furan	٢,٨	٠,٣	٤.٤	١,٢
Benzaldehyde	٠,٥	آثار	٢,١	١,٠
5-Methyl-2-furfural	٠,٧	—	٠,٩	٠,٢
2-Pentyl furan	٠,١	—	١,٢	٠,٢
2,3-Pentanedione	١,٥	٠,١	٠,٧	٠,٥
Phenylacetaldehyde	٢٠,٩	٠,٤	٢٩,٧	٣,٨
Limonene	آثار	—	آثار	—
3,4-Dihydropyran	١,٠	آثار	٢,١	٠,٤
2-Acetyl pyrrole	٠,١	آثار	٠,٣	٠,٦
Maltol	٠,٧	٠,٤	٣٠,٨	١٢,٣
Linalool	٠,٢	—	٠,٨	١.١
Isopulegone	٠,٨	—	٠,٨	آثار
4,5-Dimethyl-4-hexen-3-one	آثار	—	آثار	آثار
Geraniol	٠,١	—	٠,٤	آثار
2,4-Nonadienal	—	آثار	١,٢	٠,١
2-Naphthalenone	—	—	١,٢	١,٥
Cyclohexanol	آثار	—	٥,٤	آثار
n-Decanal	آثار	—	آثار	—
2,2-Dimethyl-1,3- cyclohexanediol	٠,٢	—	٠,٤	آثار
2,3-Nonadecanediol	٢,٥	—	٠,٥	٠,٢

المركب	التركيز النسبى (ميكروجرام/كجم وزن طازج) GA90-16 معالجة	غير معالجة	Jewel معالجة	غير معالجة
2,4-Decadienal	١,٩	—	٠,٦	آثار
Octyl ketone	٠,٣	آثار	آثار	آثار
Methyl geranate	آثار	آثار	آثار	آثار
Germacrene D	٠,٦	آثار	٠,٩	٠,٦
β-Caryophyllene	٠,٢	آثار	٠,٣	آثار
Cyperene	١,٨	٠,٤	—	—
β-Farnesene	٠,٣	آثار	٠,٣	آثار
α-Copaene	٠,٢	آثار	٠,٣	٠,١
α-Biszbolene	٠,٢	آثار	٠,٣	—
Bohlmann 176	٠,٣	٠,٢	١,٥	١,٣
2(4H)-Benzofuranone	٠,٣	٠,١	١,٣	٠,٤
β-Ionone	٠,٨	٠,٥	١,٦	١,٣
Nerolidol	٠,١	آثار	٠,٢	آثار
4-Decanolide	آثار	—	آثار	آثار
Unknown	٠,٢	—	١,٠	آثار
Tetradecanoic acid	٠,٥	٠,٣	٤,٢	١,٣
10-Heneicosene(c,t)	٠,٣	٠,٥	٠,٥	١.١
Palmitic acid	٢٦,١	٣٣,٥	٥٤,١	٣٢,١
Octadecanol	١,٦	١,٥	٢,٦	٢,١
1-Nonadecanol	٦,٠	١٦,٢	٢٤,٠	١٦,٥
9,12-Octadecadienoic acid	١,٦	١,٢	٢,٤	٣,٤
مجموع المركبات التى أمكن التعرف عليها	٨٤,٣	٥٨,٤	٢٢٧,٩	١٠٩,٠
مجموع المركبات ذات النكهة المميزة	٤٧,٨	٥.٥	١٤١,٦	٥١,٧

محتوى الجذور والنموات الخضرية من المثبطات الإنزيمية

تستعمل النموات الخضرية للبطاطا كعلف للحيوانات الزراعية فى عديد من دول العالم، وهى تعد أقل محتوى من الجذور فى السعرات الحرارية، ولكنها تفوق الجذور فى محتوى البروتين كمًّا ونوعًا؛ فيبلغ متوسط محتوى البروتين الخام فى النموات

الخضرية للبطاطا حوالى ٢٠٪ على أساس الوزن الجاف، وهى تقدم كعلف دونما إعداد مسبق لها، ويبدو أن الحيوانات المجترة تهضمها بسهولة.

وبالنسبة لجذور البطاطا .. فإن حوالى ٣٥٪-٤٠٪ من المحصول العالمى يستعمل كغذاء للحيوان. تقدم هذه الجذور للحيوانات إما طازجة، وإما بعد تجفيفها فى الشمس، وإما على صورة علف سلوَه silage.

وفى البطاطا – كما فى عديد من الأنواع النباتية الأخرى – توجد عديد من البولى بيبتيدات polypeptides والبروتينات التى تعد بمثابة مثبطات للإنزيمات الهاضمة للبروتين؛ فهى تعيق أيض البروتين، ومن بينها تلك التى تعرف باسم مثبطات التربسن trypsin inhibitors (عن Zhang وآخرين ١٩٩٨).

وقد وجد Zhang وآخرون (١٩٩٨) أن مثبطات نشاط التربسن ربما تكون عالية فى جذور البطاطا إلى درجة أنها يمكن أن تُحدث تأثيرات غذائية سلبية على الحيوانات، بينما لا تتواجد تلك المثبطات فى النموات الخضرية بأى تركيزات ملموسة يمكن أن تشكل أى مشاكل غذائية للحيوانات؛ فقد تراوح متوسط نشاط مثبط التربسن بين ٢٩,٥، و ٥٥,٠ وحدة بمتوسط قدره ٤٠,٧ وحدة، بما يعادل حوالى ٢٨٪ من متوسط نشاط المثبط فى خمسة أصناف من فول الصويا، بينما كان نشاط المثبط فى النموات الخضرية حوالى ١٤,٦٪ من نشاطه فى الجذور.

العيوب الفسيولوجية

تشققات النمو Growth Cracks

تظهر تشققات النمو على صورة شقوق طولية وعرضية فى الجذور، تتعمق خلال طبقة الجلد، والمنطقة الخارجية من القشرة. تلتئم هذه الشقوق – غالبًا – دون أن تحدث إصابات ثانوية بالكائنات المسببة للعفن، ولكنها تحط من نوعية الجذور. ويزداد الضرر عندما تحدث إصابات ثانوية، وينتشر العفن.

تختلف أصناف البطاطا فى قابليتها للإصابة بالتشقق، وتظهر الأعراض – غالبًا – عندما تتعرض النباتات لظروف تشجع على النمو السريع، مثل: زيادة التسميد الآزوتى، أو زيادة الرطوبة الأرضية بعد فترة من الجفاف (Ramsey وآخرون ١٩٥٩).

البثرات أو التقرحات

يظهر هذا العيب الفسيولوجى على صورة بثرات، أو تقرحات سطحية جافة، تتراوح مساحتها من مجرد بقع صغيرة مفردة إلى بقع كبيرة متجمعة، تغطى نحو نصف مساحة الجذر. وتظهر هذه الأعراض بعد تخزين الجذور لمدة لا تقل عن شهر. تختلف الأصناف فى حساسيتها للإصابة، ويعتبر الصنف نجت Nugget من أكثرها حساسية. وقد وجد أن ظهور الأعراض يرتبط بمعدلات التسميد المرتفعة بكل من: النيتروجين، والبوتاسيوم، والمغنيسيوم. وقد أمكن الحد من هذه الحالة الفسيولوجية بإدخال البورون فى برنامج التسميد (Miller & Nielsen ١٩٧٠).

الجذور اللبية (المخوِّخة) Pithy Roots

تحدث الظاهرة عند تخزين الجذور فى جو حار وجاف لفترة طويلة.

القلب الصلب Hardcore

من أهم مظاهر الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى بقاء مركز الجذر جافًا وصلبًا بعد طهيها، ويحدث ذلك عند تعرض الجذور للبرودة ثم تخزينها فى حرارة ليست مُحدثة لأضرار البرودة.

الفصل الرابع عشر

حصاد، وتداول، وتخزين، وتصدير البطاطا

نتناول بالدراسة في هذا الفصل موضوع حصاد البطاطا، وتداولها، وتخزينها، والتغيرات التى تطرأ عليها بعد الحصاد، وتصديرها بشئ من التفصيل. ومع ذلك .. يمكن أن يجد القارئ مزيدًا من التفاصيل التى لم نتطرق إليها فى هذا الفصل - بخصوص مخازن البطاطا، وشحنها، ومواصفات رتب البطاطا المعمول بها فى الولايات المتحدة الأمريكية - فى أحد المراجع المتخصصة، مثل: Boyette وآخرون (١٩٩٧).

النضج أو اكتمال التكوين

تكمل جذور البطاطا تكوينها بعد نحو ٥-٦ شهور من الزراعة، ويكون ذلك حوالى شهرى أكتوبر، ونوفمبر فى مصر. ويفضل الحصاد قبل حلول موسم الأمطار فى الخريف. ويلاحظ أن تأخير الحصاد تصاحبه زيادة في المحصول، وتحسن فى لون الجذور، ولكن التبكير قد يكون أمرًا مرغوبًا عند ارتفاع الأسعار فى بداية الموسم؛ حيث تحصد الجذور بمجرد بلوغها حجمًا صالحًا للتسويق. تسوق هذه الجذور مباشرة دونما معالجة أو تخزين؛ وذلك لأنها لا تصلح - أساسًا - للتخزين. أما إذا رغب فى تخزين البطاطا لحين تحسن الأسعار، فإنه يتعين تأخير الحصاد لحين اكتمال تكوين الجذور.

ومن علامات وصول المحصول إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد ما يلى:

١ - توقف النمو الخضرى النشط، مع اصفراره قليلاً، لكن الاصفرار قد لا يحدث أحيانًا.

٢ - وصول الجذور الدرنية إلى الحجم المناسب للتسويق.

٣ - قلة ظهور السائل اللبنى عند قطع الجذور، وسرعة جفافها لدى تعرض الجزء المقطوع للهواء. وعلى العكس من ذلك لا يجف الجزء المقطوع من الجذور غير التامة النضج سريعًا، ويتحول بعد فترة قصيرة إلى اللون الأسود.

٤ - ارتفاع نسبة السكر فى الجذور؛ نظرًا لأن النشا المخزن فى الجذور لا يبدأ فى التحول إلى سكر إلا بعد موت المجموع الخضرى أو توقف نشاطه.

٥ - يرى المنتجون من ذوى الخبرة أن خطوط البطاطا تتضخم عند اكتمال تكوين الجذور من جراء الزيادة التى تحدث فى حجم الجذور.

ويكون الحصاد - عادة - بعد ١٢٠-١٣٠ يومًا من الزراعة فى الصنف أبيس، ويتأخر إلى ١٥٠-١٦٥ يومًا فى الأصناف الأخرى.

أما إذا كان الغرض من زراعة المحصول هو إنتاج النشا فإن الحصاد يؤخر لأطول فترة ممكنة، ولكن بحد أقصى ١٦٥ يومًا من الزراعة.

ويتعين إجراء الحصاد قبل حلول الصقيع بغض النظر عن مرحلة النضج التى وصلت إليها الجذور؛ لأن الصقيع يوقف النمو ويؤدى إلى موت النموات الخضرية، وقد يمتد العفن منها إلى الجذور. أما فى المناطق التى لا تتعرض لأخطار الصقيع .. فإنه يمكن ترك البطاطا فى الأرض لمدة ١-٣ شهور بعد تمام نضجها، على أن يمنع عنها الرى، وأن تكون المنطقة غير ممطرة. ويساعد ذلك على حصاد المحصول تدريجيًّا حسب احتياجات الأسواق.

هذا إلاّ أن تأخير الحصاد عما ينبغى يؤدى إلى تليف الجذور، وضعف صفاتها الأكلية، وتعرضها للإصابة بالأعفان والحشرات.

وتجدر الإشارة إلى أنه - غالبًا - ما لا تكمل جذور النبات تكوينها فى وقت واحد؛ ولذا يكون بعضها عند الحصاد غير مكتمل التكوين، بينما يكون بعضها الآخر قد بدأ فى التليف. ويتطلب الحصاد فى الوقت المناسب - وهو الذى تكون فيه أكبر نسبة من الجذور فى مرحلة النمو المناسبة للحصاد - تقليع عينات من النباتات على فترات للحكم على مدى صلاحية الحقل للحصاد.

الحصاد

يمنع الرى قبل الحصاد بفترة تتراوح بين ١٥ يومًا فى الأراضى الرملية، و ٣٠ يومًا فى الأراضى الثقيلة. يفيد ذلك الإجراء فى تسهيل عملية الحصاد، وتجنب التصاق التربة بالجذور، وتقليل احتمالات تعفن الجذور وتصلب قشرتها.

تُزال النموات الخضرية قبل الحصاد بنحو ٣-٧ أيام إما يدويًا، وإما آليًا. يفيد ذلك الإجراء فى تكشف الخطوط، وتهويتها، وفى زيادة سمك طبقة البيروم، وتصلب قشرة الجذور، وزيادة قدرتها على تحمل التداول.

يبدأ الحصاد فى الصباح الباكر ويتوقف عند اشتداد درجة الحرارة حتى لا تتلف الجذور من جراء تعرضها لأشعة الشمس القوية بعد تقليعها مباشرة. وفى كل الحالات يجب عدم تعريض الجذور لأشعة الشمس القوية لأكثر من ساعة أو ساعتين بعد حصادها.

وتحصد حقول البطاطا فى مصر إما يدويًا باستعمال الفأس، ويلزم لذلك ٥٠ رجلاً لكل فدان، وإما بمساعدة من العنصر الحيوانى عند استعمال المحراث البلدى، ويراعى فى الحالة الأخيرة أن يكون سلاح المحراث عميقًا فى التربة تحت مستوى الجذور. وفى كلتا الطريقتين يكون حصاد البطاطا بمشقة بالغة.

هذا .. إلا أنه يمكن إجراء الحصاد آليًا باستعمال أى من الوسائل التالية:

١ - محراث قرصى بقطر ٢٤-٣٠ بوصة:

يقوم المحراث بتقطيع النموات الخضرية قبل تقليع الجذور، وتناسب هذه الطريقة الأراضى الخفيفة والمتوسطة القوام، ولكنها لا تناسب الأراضى الثقيلة.

٢ - محراث قلاب مطرحى بعرض ١٢-١٦ بوصة:

يقوم بعملية الحصاد بكفاءة عالية وبنسبة محدودة من التلف.

٣ - آلة تقليع البطاطس (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٣):

ويتعين تقليل حركة الحصيرة الهزازة لتجنب خدش الجذور وتجريحها. يجب أن يكون جريد الحصيرة بقطر ١,٢٥ سم ومغطى بالمطاط، وأن تكون المساحة بين كل جريدتين ٣,٧٥سم.

التداول

تعتبر جذور البطاطا من أكثر الخضر حساسية لعمليات التداول الخشنة التى تؤدى إلى تجريحها. وتعد الجروح منفذًا مهمًا للفطريات والبكتيريا المسببة للأعفان. كما أن

الجروح التى تلتئم تصبح صلبة، وقاتمة اللون، وذات مظهر سيئ. وتعتبر البطاطا أكثر حساسية للتجريح من البطاطس، وتجب معاملتها كما تعامل ثمار التفاح، والبرتقال. ويفضل دائمًا أن يستعمل العمال القائمون بتداول البطاطا قفازات؛ حتى لا يخدشون الجذور بأظافرهم.

تترك الجذور فى مكانها بعد تقليعها لمدة ٢–٣ ساعات حتى تجف، ثم تفرز لإزالة الجذور المصابة بالأمراض والآفات، وتنقل من الحقل بعد ذلك مباشرة. ولا يجوز أبدًا قذف جذور البطاطا أو تركها فى أكوام فى الحقل نظرًا لكونها شديدة القابلية للإصابة بالخدوش ولفحة الشمس. ويلاحظ أن الجروح تقل معدلات حدوثها بزيادة نضج الجذور.

العلاج أو المعالجة

يعتبر العلاج أو المعالجة curing أولى عمليات التداول التى تجرى على جذور البطاطا بعد عملية الفرز الأولى فى الحقل.

ويعد العلاج السريع بعد الحصاد مباشرة – فى نفس يوم الحصاد – أمرًا حتميًّا، وخاصة عندما تكون الحرارة منخفضة وقت الحصاد، وعند الرغبة فى تخزين الجذور لفترة طويلة؛ إذ إنه يساعد على سرعة تكوين طبقة من البيريدريم تحت الأماكن المجروحة أو المقطوعة، يتبعها تكوين طبقة فلينية على السطح (شكل ١٤–١، يوجد فى آخر الكتاب).

طرق إجراء عملية العلاج

إن أفضل طريقة للعلاج التجفيفى هى بإجرائها فى غرف خاصة يمكن التحكم فى حرارتها عند ٢٩ ± ٢°م، ورطوبتها النسبية بين ٩٠٪، و ٩٥٪، حيث تستغرق عملية العلاج تحت هذه الظروف خمسة أيام فقط (Covington وآخرون ١٩٥٩).

هذا إلاّ أنه فى أغلب الحالات تجرى عملية العلاج التجفيفى فى الحقل بوضع المحصول فى أقفاص بلاستيكية أو فى "مراود" (أكوام طولية) بارتفاع لا يزيد عن ٧٥ سم، مع تغطية الجذور بقش الأرز النظيف أو بالنموات الخضرية للبطاطا بسمك كاف؛

بهدف رفع نسبة الرطوبة حول الجذور، ولكى تحتفظ الجذور بالحرارة التى تنتج عند تنفسها ويستغرق العلاج بهذه الطريقة حوالى ٧-١٠ أيام، ويصل الفقد فى الوزن خلالها إلى ٥٪.

كذلك قد تجرى عملية العلاج التجفيفى فى مصر بوضع الجذور بعد حصادها مباشرة فى أى مكان مظلل تتراوح درجة حرارته بين ٢٥، و ٣٠°م وتبلغ رطوبته النسبية ٨٥٪، حيث تبقى فيه لمدة ٧-١٠ أيام حسب درجة الحرارة. يكون وضع الجذور فى أقفاص بلاستيكية كبيرة، أو تترك سائبة على أرفف فى طبقات لا يزيد سمكها عن ٥٠-٧٥ سم.

ويفيد العلاج لمدة أسبوع على ٣٠°م و ٨٥٪ رطوبة نسبية فى زيادة التصاق طبقة البشرة وتقليل احتمالات تسلخ الجذور. ويحافظ تخزين الجذور بعد ذلك على ١٥°م مع ٨٥٪ رطوبة نسبية على استمرار التصاق البشرة بصورة جيدة (Blankenship & Boyette ٢٠٠٢).

وإذا كانت حرارة الجذور منخفضة نسبيًا وقت حصادها فإنه يفضل البدء بعلاج الجذور على حرارة ٢١°م لكى لا تتكثف علهيا رطوبة حرة، على أن ترفع الحرارة إلى ٢٩°م بمجرد ارتفاع حرارة الجذور.

ويلاحظ أن فترة العلاج تطول بدرجة كبيرة مع انخفاض درجة الحرارة؛ فبينما لا تستغرق أكثر من ٤-٧ أيام على حرارة ٢٩°م .. فإنها قد تستغرق ٤ أسابيع إذا أجريت فى حرارة ٢٤°م، ويزداد معها الفقدان فى الوزن، وقد تظهر نموات جديدة بالجذور، ولا تحدث أية معالجة فى حرارة ٢٣°م أو أقل. وتعمل درجات الحرارة المرتفعة على سرعة تكوين فلين الجروح.

تعمل الرطوبة النسبية المرتفعة على سرعة تكوين فلين الجروح، وتؤدى محاولة علاج البطاطا فى رطوبة نسبية منخفضة إلى فقدها لجزء كبير من رطوبتها مع عد التئام الجروح بصورة جيدة. لذا .. يجب أن تكون الرطوبة النسبية عالية قدر الإمكان، ويفضل أن تتراوح بين ٩٠، و ٩٥٪، وعلى ألاّ ترتفع إلى الحد الذى يؤدى إلى تكثف الرطوبة على الجدران، والأرضيات، والعبوات، أو على الجذور ذاتها؛ لأن ذلك يزيد من احتمالات إصابتها بالأعفان.

وتعد التهوية ضرورية أثناء العلاج للتخلص من ثانى أكسيد الكربون المتراكم بالتنفس وتجديد الأكسجين المستهلك، ومنع تكثف الرطوبة.

ويساعد علاج جذور البطاطا فى أقفاص الحصاد البلاستيكية الكبيرة فى سهولة نقلها باستعمال الرافعات الشوكية على باليتات من حجرات المعالجة إلى المخازن.

وللتأكد من أن عملية العلاج قد اكتملت بالفعل .. يجرى اختبار حك جذرين ببعضهما، فإذا انسلخ الجلد بسهولة .. كان ذلك دليلاً على أن العلاج لم يستكمل بعد (Greig ١٩٦٧).

التغيرات المصاحبة للعلاج

تفقد جذور البطاطا حوالى ٢-٥٪ من وزنها خلال عملية العلاج، ويرجع معظم الفقدان فى الوزن إلى فقدان الرطوبة، بينما ترجع نسبة قليلة من الفقد إلى تنفس الجذور. وليس من المستبعد مشاهدة نموات يقل طولها عن السنتيمتر تخرج من بعض الجذور قرب نهاية عملية العلاج، ولكن يجب إيقاف العلاج قبل استفحال تلك الظاهرة.

وتؤدى زيادة فترة العلاج أو ارتفاع درجة الحرارة عن الحدود الموصى بها إلى ذبول الجذور وخفض قدرتها التخزينية وميلها إلى تكوين نموات جديدة بكثرة. ويفقد أثناء التخزين جزءًا من المادة الجافة بينما تحدث زيادة فى السكريات.

ومن أهم التغيرات التى تحدث فى الجذور أثناء العلاج .. هى تحول جزء من النشا إلى سكر بصورة تدريجية.

أهمية العلاج

تفتقر جذور البطاطا غير المعالجة للمظهر الجذاب، والطعم الجيد، والقدرة على التخزين.

ويعد العلاج ضروريًا لسرعة التئام الجروح التى تحدث بالجذور أثناء الحصاد والتداول، ولزيادة صلابة القشرة، وتقليل فرصة التعرض للإصابة بالكائنات المرضة، وزيادة المقاومة للتجريح أثناء عمليات التداول التالية.

وأول ما يشاهد خلال عملية التئام الجروح هو جفاف عدة طبقات من الخلايا البرانشيمية الخارجية المعرضة للهواء، ثم سوبرة الخلايا البرانشيمية التى تقع تحتها، ويلى ذلك تكوين بيريدوم الجروح تحت الخلايا البرانشيمية التى ترسب فى جدرها السيوبرين. ويعتبر التئام الجروح تامًا حينما يصبح بيريدوم الجروح بسمك ٣-٧ طبقات من الخلايا.

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على مكونات طبقة البيريدرم فى جذور البطاطا أنها تثبط نمو العديد من الفطريات، مثل: *Fusarium oxysporum* f. *batatas*، و *F. solani*، و *Rhizopus stolonifer*؛ وبذا .. فإنها قد توفر حماية للجذور من الإصابة بفطريات التربة (Harrison وآخرون ٢٠٠١).

الفرز

يفرز المحصول؛ لاستبعاد الجذور الضخمة، والصغيرة جدًا، والمشوهة، والمجروحة، والمصابة بالعفن، وهى التى يمكن استعمالها كعلف للماشية.

يجرى الفرز الأولى فى الحقل بعد الحصاد كما أسلفنا، ويجرى فرز آخر إما بعد العلاج مباشرة إذا اتجهت النية إلى تسويق المحصول مباشرة دونما تخزين، وإما بعد التخزين وقبل التسويق ويجرى الفرز الثانى فى محطة التعبئة.

التدريج

تدرج الجذور حسب الحجم، ويكون ذلك فى محطة التعبئة وفى ذات الوقت الذى تجرى فيه عملية الفرز. وللتفاصيل المتعلقة برتب وأحجام الجذور الموصى بها للسوق الأوروبية المشتركة .. يراجع الموضوع تحت التصدير فى نهاية هذا الفصل.

التنظيف

فى مصر .. تنظف جذور البطاطا المعدة للتصدير من الطين العالق بها - قبل تعبئتها مباشرة - بحكها باليد أو باستعمال فوطة جافة لهذا الغرض، إلا أن هذا الإجراء لا يخلص الجذور من كل الأتربة العالقة بها، ويوصى - بدلاً من ذلك - بغسيل الجذور بالماء المضاف إليه المطهرات كما سيأتى بيانه.

الغسيل

يوصى بغسيل جذور البطاطا المعدة للتصدير أو للتسويق فى محلات السوبر ماركت، ولكن يتعين إجراء الغسيل قبل التصدير أو التسويق مباشرة؛ فيكون إما بعد العلاج مباشرة فى حالة عدم الرغبة فى تخزين المحصول، وإما بعد انتهاء فترة التخزين. ولا يوصى أبدًا بغسيل الجذور قبل تخزينها حيث يؤدى ذلك إلى انتشار الإصابة بالأعفان فى المخازن.

المعاملة بالمطهرات

كما أسلفنا .. فإن عملية التطهير تجرى مع الغسيل؛ أى إن المطهرات تضاف إلى ماء الغسيل. ولكن نظرًا لأن ماء الغسيل الأولى سريعًا ما يصبح محملاً بالتربة والمواد التى كانت ملتصقة أو مختلطة بالجذور؛ مما يتطلب تغييره على فترات متقاربة؛ لذا .. يتعين تأجيل استعمال المطهرات إلى المرحلة النهائية من الغسيل التى لا يلزم تجديد الماء المستعمل فيها على فترات متقاربة.

ومن أهم المركبات التى استخدمت فى مكافحة الأعفان الفطرية فى البطاطا، ما يلى:

١ – البوراكس بتركيز ١,٠–١٪.

٢ – مركب SOPP (وهو: sodium-o-phenylphenate) بتركيز ٠,٦٪ (Kushman وآخرون ١٩٦٤).

٣ – حامض باراستيك paracetic acid.

٤ – داى كلوران dicloran.

٥ – مركب TBZ (وهو: thiabendazole) بتركيز ٠,٤٪ (Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

٦ – يوصى لأجل التصدير باستعمال البوتران Botran (وهو 2,6-dicloro-4-nitroaniline).

كما يضاف الكلور إلى ماء الغسيل بتركيز ١٥٠ جزءًا فى المليون لأجل الحماية من الإصابة بالأعفان التى تسببها البكتيريا.

وإلى جانب استعمال المطهرات مع مـاء الغسـيل (الأمـر الـذى يجـرى قبـل التسـويق مباشرة وبعد التخزين إن كان هناك تخزين)، فإن معـاملات مكافحـة الأعفـان يمكـن أن تجرى – بوسائل أخرى – أثناء العلاج أو التخزين، كما يتبين مما يلى:

أمكـن تخزيـن البطاطا مـن صنـف جورجيـاجت Georgia Jet لـدة خمسـة شـهور بتطهيرها سطحيًا بالإبروديون iprodione مع العلاج. وفى نهايـة فـترة التخزيـن كـانت نسبة الجذور الكلية المتعفنة ١٤٪، كانت ٩٪ منها عفنًا طريًـا، و ٥٪ عفنًـا جافًـا. هـذا بينما بلغت نسبة الإصابة بالأعفان ٦١٪ عند إجـراء العـلاج فقـط، و ٦٠٪ عنـد المعاملـة بالإبروديون فقط، و ١٠٠٪ فى الكنترول. وكانت أفضل طريقة للمعاملة هى بإضافة المبيد على صورة ضباب يقل فيه قطر الجزيئات عن ١٠ ميكرونات (Afek وآخرون ١٩٩٨).

أدت معاملة جـذور البطاطا المجروحـة بالأشـعة فـوق البنفسـجية C (أو UV-C) – بجرعة مقدارها ٣,٦ كيلو جول/م² (kJ/m^2) – إلى الحد بشدة من الإصابـة بعفـن الجـذور الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani*، حيث انخفضـت فيـها نسـبة الجـذور المصابة، وانخفض بها معدل تقدم الإصابة فى مواقع الإصابة، وذلك مقارنة بالإصابة فى الجذور التى لم تُعرض للأشعة. وقد توافقت تلك المقاومة المكتسبة للفطر من جراء المعاملة بالأشعة فوق البنفسجية بزيادة كبيرة فى نشاط الإنزيم Phenylalanine ammonia lyase (Stevens وآخرون ١٩٩٩).

التعبئة والعبوات

يراعى عند التعبئة ملء العبوات جيدًا؛ لأن حركـة الجـذور فـى العبـوة أثنـاء النقـل تؤدى إلى تجريحها، كما تبدو العبوة ناقصة عند وصولها إلى الأسواق.

العبوات المستعملة محليًا

يفضل بالنسـبة للمنتـج الكبـير تعبئـة وتـداول البطاطـا – مـن الحصـاد حتـى انتـهاء التخزين – فى صناديق خشبية كبيرة تتسع لطن من الجذور مـع تـداول تلـك الصنـاديق وتحريكها آليًا على باليتات وباستعمال الرافعات الشوكية.

وتستعمل فـى مصر صنـاديق بلاستيكية كبـيرة لنقـل، وعـلاج، وتـداول، وتخزيـن

البطاطا. تبلغ أبعاد الصندوق ٤٠ سم × ٦٠ سم بعمق ١٨ سم، وتبلغ سعته ١٨–٢٠ كجم. وتلك هى أفضل العبوات للأغراض التى ذكرناها، وذلك لسهولة تنظيفها وإمكان وضعها فى عدة طبقات دون تعريض الجذور لثقل زائد.

وعند إعادة استخدام الأقفاص البلاستيكية يتعين معاملتها بالبخار على حرارة ٥٠°م لمدة ٦ ساعات لتقليل تلوثها بالفطريات المسببة للعفن الأسود والقشف وغيرهما من الكائنات المسببة للأعفان.

كذلك تستعمل فى مصر عبوات من أجولة الجوت أو أجولة شبكية سعة ٢٠–٢٥ كجم، ولكنها تكون أقل كفاءة من الصناديق البلاستيكية التى يمكن تثبيتها فوق بعضها البعض لارتفاع ٣ أمتار دونما توقع حدوث أى أضرار بالجذور مثلما يحدث عند وضع الأجولة فوق بعضها البعض أو تحريكها من مكانها. أما عبوات التسويق فإنها تكون شبكية صغيرة سعة ٢–١٠ كجم.

وتفيد تعبئة جذور البطاطا فى عبوات المستهلك التى تصنع من مختلف أنواع الأغشية فى تسهيل عملية التسويق، ولكن الجذور لا تعبأ أبدًا فى الأغشية إلا بعد فترة التخزين، وقبل التسويق مباشرة، هذا مع العلم بأن فترة احتفاظ الجذور المغسولة والمعاملة بالمبيد الفطرى بجودتها - قبل تعرضها للتلف - لا تزيد عن ٢–٣ أسابيع عند تعبئتها فى الأغشية. ويقل كثيرًا الفقد فى وزن الجذور أثناء التخزين عند تعبئتها فى أكياس بلاستيكية مثقبة عما يكون عليه الحال عند تعبئتها فى أوعية شبكية. ويعد تثقيب الأغشية (مالا يقل عن ٣٢ ثقب بقطر ٣ ملليمترات بكل عبوة سعة ١,٥–٢,٥ كجم من الجذور) ضروريًا لخفض الرطوبة النسبية وتجنب التنبيت الكثيف ونمو الجذور الشعرية.

معاملات منع التزريع

من بين المعاملات التى تجرى لتقليل تبرعم الجذور بعد الحصاد، ما يلى:

١ – رش النموات الخضرية قبل الحصاد بالماليك هيدرازيد.

٢ – معاملة الجذور ثلاث مرات أثناء التخزين بأيروسول لمنظم النمو CIPC، بمعدل

حوالى ١٢ جم من المادة لكل ١٠٠ كجم من الجذور فى كل مرة. وقد أعطت هذه المعاملة نتائج جيدة حتى مع التخزين فى حرارة ٢١–٢٧°م (Kushman ١٩٦٩).

٣ – معاملة الجذور بعد الحصاد بالميثيل إسترلنفثالين حامض الخليك methyl ester of naphthalene-acetic acid (اختصارًا: MENA) فى الأسيتون.

٤ – معاملة الجذور بالثيوريا بتركيز ٠,٥–٤,٠٪ لمدة ٢–١٢ ساعة، إلا أن تلك المعاملة تؤدى – كذلك – إلى زيادة معدل تنفس الجذور (عن Onwueme ١٩٧٨).

ميكنة عمليات التداول فى محطات التعبئة

يجب أن تحتوى محطات التبئة على مكان لغسيل وتنظيف الجذور، ومكان للتدريج، ومكان للتعبئة.

وتتضمن عمليات التداول فى محطات التعبئة ما يلى:

١ – التخلص من التربة العالقة بالجذور بإسقاط الجذور بحرص فى حوض مملوء بالماء، حيث تنقل الجذور منه – فوق سلسلة من أنابيب الـ PVC – إلى مكان التدريج حيث يقف القائمون بالتدريج على الجانبين أثناء تحرك الجذور، ويقومون بفصل الجذور حسب الحجم، والشكل، والعيوب .. إلخ. وتتعرض الجذور – عادة – إلى رش قوى بالماء المضاف إليه الكلور قبل تدريجها.

يتعين تغيير الماء فى حوض الغسيل على فترات متقاربة نظرًا لسرعة تجمع التراب وبقايا النباتات فيه. يجب أن يحتوى الماء على الكلور بتركيز ١٥٠ جزء فى المليون وعلى المبيد بوتران Botran (وهو: 2,6-dinitroaniline) بمعدل ٠,٦٥ كجم من المبيد (٥٠٪ مسحوق قابل للبلل) لكل ٣٨٠ لترًا من الماء. وللحصول على أفضل معاملة يكون الرش تحت ضغط ٤٠–٥٠ رطلاً/بوصة مربعة (٢,٨–٣,٥ كجم/سم^2).

٢ – يمكن أن تمر الجذور أثناء تدريجها إما على سير متحرك أو على سلسلة من أنابيب الـ PVC. تجب إزالة جميع الجذور المصابة بالأمراض. ويستمر سير الجذور بعد ذلك إلى حيث تجفف بالهواء قبل تعبئتها فى الكراتين.

التخزين

يتطلب تخزين الجذور لأطول فترة ممكنة أن تكون تامة النضج، وخالية من الجروح والخدوش، وخالية من الإصابة بالأعفان، ومعالجة جيدًا، وأن تبقى - بصفة دائمة - في درجة الحرارة والرطوبة النسبية التي يوصى بها.

طرق التخزين

طرق التخزين التقليدية

تخزن البطاطا في مصر بإحدى طريقتين:

١ - ترك الجذور بدون حصاد:

يمكن تخزين الجذور بهذه الطريقة لمدة ١-٣ شهور. ويشترط لنجاحها أن تكون المنطقة جافة وخالية من الأمطار، وألا تروى الأرض خلال فترة التخزين. ويعاب عليها شغل الأرض لمدة ثلاثة شهور، واحتمال إصابة الجذور بالحشرات وهي في الأرض.

٢ - التخزين تحت وقايات خاصة لحمايتها من الشمس:

يمكن تخزين الجذور بهذه الطريقة لمدة تتراوح من شهر إلى شهر ونصف. توضع الجذور تحت مظلات في أكوام لا يزيد ارتفاعها عن متر. ويفضل لنجاحها أن تجرى في مناطق لا تنخفض فيها درجة الحرارة عن ١٠°م، وتكون رطوبتها النسبية مرتفعة نوعًا (مرسى وآخرون ١٩٦٠).

ونظرًا لأن الطرق التقليدية لا تناسب تخزين البطاطا لفترات طويلة؛ لذا .. يوصى بقصر اتباعها على الحالات التي يسوق فيها المحصول محليًا في خلال أسابيع قليلة من الحصاد. أما استمرار تصدير البطاطا وتسويقها بأسعار مجزية في غير موسمها، فإنه يتطلب تخزينها تحت ظروف جيدة لفترات طويلة يمكن أن تصل إلى تسعة شهور.

طرق التخزين الحديثة والظروف المثلى للتخزين

يتطلب تخزين البطاطا لفترات طويلة - مع استمرار المحافظة على جودتها - أن يجرى في مخازن خاصة يمكن التحكم في حرارتها ورطوبتها، وأن تتوفر فيها مجموعة من الشروط، كما يلي:

١ - جودة التهوية.

٢ - النظافة.

٣ - إحكام القفل.

٤ - سهولة تطهيرها من آن لآخر.

٥ - أن تكون مزودة بأرفف.

٦ - أن تكون قريبة من مناطق الإنتاج والتسويق.

تجب إزالة البطاطا القديمة من المخازن بصورة دائمة لأنها تكون أكثر عرضة للإصابة بالأعفان ومصدرًا متجددًا لها، وكذلك التخلص من أى قمامة قد توجد بالمخازن. ويتم تطهير أرضية المخزن وجدرانه وعبوات البطاطا ... إلخ بإحدى طريقتين، كما يلى:

١ - الرش بكبريتات النحاس بتركيز ٠,٥٪.

٢ - التدخين بغاز الفورمالدهايد أو بالكلوروبكرن مع إحكام غلق المخزن مدة المعاملة.

وفى هذه المخازن .. تخزن جذور البطاطا المعالجة جيدًا - ودون غسيل أو تطهير - فى حرارة ١٤ ± ١°م مع رطوبة نسبية ٩٠-٩٥٪، حيث تتحمل معظم أصناف البطاطا التخزين لمدة تتراوح بين أربعة، وسبعة شهور. وفى إحدى الدراسات أمكن تخزين جذور البطاطا المعالجة لمدة عام كامل على حرارة ١٥,٦°م ورطوبة نسبية ٩٠٪ دون أن تتعرض للتنبيت. كان معدل التنفس أعلى ما يمكن يوم الحصاد، وانخفض أثناء العلاج، واستمر فى الانخفاض بمعدل أقل خلال الشهور العديدة الأولى من التخزين، ثم ظل ثابتًا بعد ذلك. وقد ساهم التنفس بقدر أكبر فى الفقد فى الوزن خلال الفترة الأخيرة من التخزين عما كان عليه الحال خلال فترة العلاج أو خلال الشهور الأولى من التخزين. هذا .. إلا أن معظم الفقد فى الوزن كان مردة إلى الفقد الرطوبى. وحدث أكبر فقد فى الوزن خلال فترة العلاج واستمر بمعدل أقل خلال التخزين. وتراوح الفقد الكلى فى وزن الجذور المعالجة بعد ٥٠ أسبوعًا من التخزين بين ٦,٧٪ فى الصنف Rojo Blanco، و ١٦,١٪ فى الصنف Travis (Picha ١٩٨٦).

ويؤدى تخزين الجذور فى حرارة تزيد عن ١٦°م إلى ظهور الأضرار التالية:

١ - تبرعم الجذور خاصة فى الرطوبة العالية، وتزداد سرعة التبرعم - الذى يكون

مصاحبًا بزيادة فى معدل التنفس وفى الفقد فى الوزن - بزيادة الارتفاع فى درجة الحرارة.

٢ - تجوف الجذور، فتصبح لبية pithy نتيجة لزيادة اتساع المسافات بين الخلايا فى المركز، وهى ظاهرة تحدث - كذلك - عند زيادة فترة العلاج عما ينبغى لها.

٣ - تظهر مناطق فلينية داخلية على صورة بقع كثيرة متشابكة، يحدثها فيرس يكمن فى الجذور المصابة، ولا تظهر أعراضه إلا عند تخزين الجذور فى حرارة مرتفعة (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨).

هذا .. ولا تجب زيادة الرطوبة النسبية عن ٩٥٪ لتجنب تغيرات اللون السطحية التى قد تطرأ على الجذور فى هذه الظروف التى يزداد فيها كذلك احتمالات إصابتها بالفطريات السطحية. وفى ٩٠-٩٥٪ رطوبة نسبية تفقد الجذور حوالى ٠,٥-١,٥٪ من وزنها شهريًّا، ويزداد هذا الفقد إلى الضعف عند انخفاض الرطوبة النسبية إلى ٥٠-٦٠٪.

هذا ولا غنى عن تهوية جيدة فى مخازن البطاطا، وبمعدلات تسمح بتجديد هواء المخزن كاملاً كل حوالى ساعتين وذلك لمنع تراكم ثانى أكسيد الكربون ولتجديد الأكسجين. كما يجب - لأجل زيادة كفاءة التهوية - وضع العبوات بحيث تبعد عن أرضية المخزن وجدرانه بحوالى ١٠-١٥ سم.

وقد أظهرت الدراسات أن تخزين جذور البطاطا فى ٣٪ ثانى أكسيد كربون، و ٧٪ أكسجين كان أفضل من التخزين فى الهواء العادى من حيث تقليل تلك الظروف للفقد فى وزن الجذور وإصابتها بالأعفان. وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ٥٠٪ أو نقص الأكسجين عن ٧٪ إلى تكون طعم كحولى غير مرغوب فيه بالجذور. وعمومًا .. فإنه لا يوصى حاليًّا بتخزين البطاطا فى جو معدل أو متحكم فى مكوناته.

ولا يمكن لجذور البطاطا تحمل التخزين لفترات طويلة فى أى من الحالات التالية:

١ - عند سبق تعرضها لرطوبة أرضية عالية جدًّا قبل حصادها مباشرة.

٢ - عند تعرضها لحرارة ١٠°م أو أقل من ذلك لمدة أسبوع أو أكثر قبل الحصاد أو بعده.

٣ - إذا تأخر علاجها لمدة يومين أو أكثر بعد الحصاد.

التغيرات المصاحبة للتخزين

نتناول بالشرح - فيما يلى - التغيرات التى تطرأ على بعض الخصائص الفيزيائية والفسيولوجية للجذور أثناء التخزين، ولمزيد من التفاصيل حول هذا الموضوع .. يمكن الرجوع إلى Uritani (١٩٨٢).

النقص فى الوزن

يرجع معظم النقص فى وزن الجذور أثناء التخزين (جدول ١٤-١) إلى الفقد الرطوبى، ويبلغ النقص فى الوزن نحو ٢-٦٪ أثناء فترة العلاج، ثم حوالى ٢٪ شهريًا بعد ذلك أثناء التخزين. ويزيد الفقد الرطوبى بارتفاع درجة حرارة التخزين، وعند نقص الرطوبة النسبية فى المخزن، وفى حالة عدم اكتمال عملية العلاج قبل التخزين. هذا .. ويمكن أن تفقد الجذور ١٠٪ من وزنها الطازج قبل أن تظهر عليها أعراض الذبول.

جدول (١٤-١): النسبة المئوية للفقد فى وزن جذور أربعة أصناف من البطاطا خلال العلاج والتخزين لفترات مختلفة.

الفترة	الفقد الكلى فى الوزن (٪) فى أصناف			
	Travis	Centennial	Jaspar	Jewel
العلاج[أ]	٣.٣	٢,٥	٢,٤	٢,١
التخزين[ب]				
٤ أسابيع	٥,١	٣,٨	٣,٩	٣,٤
١٠ أسابيع	٨,٠	٦,٠	٦,١	٥,٤
٣٠ أسبوع	١١,٥	٩,٤	٨.٨	٧.٧
٤٦ أسبوع	١٥,٢	١٢,١	١١,٣	٩,٤

[أ] أجرى العلاج لمدة ١٠ أيام على حرارة ٣٢°م ورطوبة نسبية ٩٠٪.

[ب] أجرى التخزين على ١٥,٦°م ورطوبة نسبية ٩٠٪.

وإلى جانب الفقد الرطوبي .. فإن نسبة من الفقد في الوزن تحدث نتيجة ما يلي:

١ – فقدان المادة الجافة؛ نتيجة للتنفس الذى يزداد معدله بارتفاع درجة الحرارة.

٢ – تنبيت (تزريع) الجذور، وهو يزداد عند ارتفاع درجة الحرارة عن ١٨°م.

٣ – الإصابة بالأعفان، وتكون الإصابة أقل ما يمكن فى حرارة ١٣°م، وهى الدرجة المناسبة للتخزين.

النشا والسكريات

يزداد محتوى الجذور من السكروز، والسكريات الكلية أثناء فترتى العلاج والتخزين؛ فبينما تكون نسبة السكريات حوالى ٣٪ عند الحصاد .. فإنها تزيد بسرعة كبيرة أثناء فترة العلاج، ثم تستمر زيادتها ببطء أثناء التخزين، إلى أن تصل إلى حوالى ٦٪ بعد ثلاثة شهور من التخزين فى حرارة ١٥°م، ولكن تختلف الأصناف كثيرًا فى تلك الخاصية. وتقل سرعة التحول من النشا إلى سكر، مع ارتفاع درجة الحرارة ما بين ٤، و ٣٠°م.

يشكل السكروز – وحده – حوالى ٦٥٪ من السكريات الكلية، على الرغم من استمرار زيادة تركيز الجلوكوز والفراكتوز بعد العلاج وأثناء التخزين.

وتؤدى تلك الزيادة فى تركيز السكريات إلى زيادة حلاوة الجذور، وزيادة طراوتها عند الأكل.

ويقابل ذلك انخفاض تركيز النشا فى جذور البطاطا – تدريجيًّا – أثناء العلاج، ويستمر ذلك لمدة حوالى خمسة شهور أثناء التخزين.

وبينما يتكون حوالى ٧٥٪ من النشا من الأميلوبكتين عند الحصاد، فإن تلك النسبة تزداد إلى ٨٠٪ – مع ٢٠٪ أميلوز – بعد العلاج.

وقد درس Picha (١٩٨٦) التغيرات التى تحدث – فى محتوى جذور ستة أصناف من البطاطا – فى المواد الكربوهيدراتية بعد العلاج لمدة ١٠ أيام على ٣٢°م و ٩٠٪ رطوبة نسبية وأثناء التخزين لمدة ٤٦ أسبوعًا على ١٥,٦°م و ٩٠٪ رطوبة نسبية، ووجد ما يلى:

١ – ازداد السكروز – وهو السكر الرئيسى فى البطاطا الطازجة – ازداد بشدة أثناء العلاج واستمر فى الزيادة فى أربعة أصناف ذات جذور برتقالية اللون داخليًّا على امتداد فترة التخزين، بينما انخفض تركيز السكروز بعد العلاج فى صنفين من ذوات الجذور البيضاء داخليًّا، ثم ازداد فيهما بعد ١٤ أسبوعًا من التخزين.

٢ – كان تركيز الجلوكوز أعلى قليلاً عن تركيز الفراكتوز فى جميع الأصناف فيما عدا الصنف سنتينيال Centennial الذى تساوى فيه تركيز الجلوكوز والفراكتوز.

وأوضحت دراسات Huang وآخرون (١٩٩٩) حدوث زيادة كبيرة فى نشاط الإنزيم انفرتيز invertase (وهو: <beta>-fructofuranosidase) وفى تركيز السكريات المختزلة فى الجذور التى خزنت لمدة ٧ أسابيع على ٤,٥°م، وذلك مقارنة بالحالة فى تلك التى خزنت على ١٥,٦، أو ٢٤°م. وكان الإنزيم acid invertase أكثر الإنزيمات أهمية فى التأثير على مستوى السكريات المختزلة فى جذور البطاطا المخزنة.

وبينما كانت السكريات الرئيسية فى جذور البطاطا الطازجة هى السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز، فإن السكريات الرئيسية فى الجذور المشوية فى الفرن كانت المالتوز، والسكروز، والجلوكوز، والفراكتوز (Picha ١٩٨٥).

المواد البكتينية والصلابة

ينخفض محتوى الجذور من المواد البكتينية، كما تنخفض صلابتها بنسبة قد تصل إلى ٤٠٪ خلال الستة شهور الأولى من التخزين. وبينما ينخفض تركيز البروتوبكتين ويزداد تركيز البكتينات الذائبة أثناء العلاج، فإن العكس يحدث أثناء التخزين.

اللون والصبغات الكاروتينية

يزداد تركيز اللون والصبغات الكاروتينية أثناء العلاج وخلال الفترة القصيرة الأولى من التخزين.

حامض الأسكوربيك

ينخفض تركيز حامض الأسكوربيك فى جذور البطاطا خلال العلاج والتخزين.

التنفس

يزداد معدل التنفس بشدة بعد الحصاد مباشرة، ثم ينخفض أثناء العلاج وخلال الشهور الأولى من التخزين. وقد أوضحت دراسات Ravi (١٩٩٧) أن معدل التنفس يكون أعلى فى الجذور المخدوشة عما فى المقطوعة حتى عمق ٢-٣ سم.

إنتاج الإثيلين

يستدل من دراسات Amand & Randle (١٩٨٩) أن الإثيلين يلعب دورًا فى عملية اللجننة وتكوين البيريدرم فى جذور البطاطا المجروحة.

ويزداد معدل إنتاج الإثيلين بشدة فى جذور البطاطا المصابة بالفطر *Ceratosystis fimbriata* مسبب مرض العفن الأسود (Okumura وآخرون ١٩٩٩).

ويجب عدم تعريض جذور البطاطا للإثيلين أثناء تخزينها وتداولها؛ ذلك لأنه يحفز تمثيل المركبات الفينولية التى تزيد من التغيرات اللونية بالجذور. ولذا .. يراعى عدم تخزين البطاطا مع الخضر والفاكهة المنتجة للإثيلين، مثل الموز، والمانجو، والكنتالوب.

الانهيار الداخلى

تحدث ظاهرة الانهيار الداخلى internal breakdown للجذور نتيجة لزيادة أحجام المسافات بين الخلايا، فتصبح الجذور لبيّة pithy، وذلك بسبب تعرض الجذور أثناء تخزينها لحرارة عالية، وأحيانًا يكون ذلك بسبب تعرضها لرطوبة نسبية منخفضة. وتختلف أصناف البطاطا فى شدة حساسيتها للإصابة بتلك الظاهرة؛ فهى – على سبيل المثال – أكثر ظهورًا فى الصنفين جاسبر Jasper، وسنتينيال Centennial.

أضرار البرودة

تصاب جذور البطاطا بأضرار البرودة chilling injury إذا تعرضت لحرارة تقل عن ١٢°م، وهى الدرجة التى يمكن أن تتعرض لها شتاءً وهى مازالت فى التربة قبل الحصاد، أو أثناء الحصاد والتداول والتخزين فى المخازن العادية غير المتحكم فى حرارتها.

وتظهر أعراض أضرار البرودة على الجذور فى غضون أسبوع واحد فى ٤ْم، وتزيد المدة فى درجات الحرارة الأعلى حتى ١٠ْم، وتقصر فى درجات الحرارة الأقل حتى درجة التجمد (حوالى -١,١ْم). وتقل الأضرار فى الجذور التى سبق علاجها جيدًا.

ومن أهم أعراض أضرار البرودة، ما يلى:

١ - ذبول و "كرمشة" الجذور.

٢ - ظهور النقر السطحية.

٣ - تكوين بيريدرم الجروح بصورة غير طبيعية.

٤ - الإصابة بالأعفان الفطرية.

٥ - حدوث تحلل وتلون بنى بالأنسجة الداخلية التى تصبح - كذلك - لبيّة (مخوخة) pithy. ويرتبط ذلك بتمثيل حامض الكلوروجنك chlorogenic والمركبات الفينولية.

٦ - فقدان خصائص الجودة الأكلية للبطاطا المشوية بظهور طعم غير مقبول بها، مع صلابة قلبها.

تتوقف شدة الإصابة بأضرار البرودة على شدة الانخفاض فى درجة الحرارة عن ١٢ْم ومدة التعرض للحرارة المنخفضة. ولا تظهر أضرار البرودة - عادة - إلا بعد إعادة الجذور للحرارة العالية.

وتتباين أصناف البطاطا قليلاً فى شدة حساسيتها لأضرار البرودة، كما تزداد الحساسية فى الجذور غير المعالجة عما فى الجذور المعالجة (جدول ١٤-٢).

ولقد ظهرت أعراض أضرار البرودة الخارجية - المتمثلة فى النقر السطحية ثم الإصابة الفطرية - فى جذور ستة أصناف من البطاطا بعد تعرضها لحرارة ٧ْم لمدة أسبوعين أو أكثر من ذلك ثم تخزينها على ١٥,٦ْم. وظهرت أعراض أضرار البرودة داخليًا - وخاصة زيادة دكنة لون الحزم الوعائية - فى جذور البطاطا غير المعاملة من الصنفين هوايت استار Whitestar، وروجو بلانكو Rojo Blanco بعد تعرضها لحرارة ٧ْم لمدة ثلاثة أسابيع وفى الصنف سنتينيال Centennial بعد تعرضها لتلك الدرجة لمدة ٤ أسابيع قبل تخزينها على ١٥,٦ْم. وكان جول Jewel أكثر الأصناف تحملاً للحرارة

المنخفضة. وقد ازدادت أضرار البرودة ومعدل التنفس بزيادة فترة التعرض لحرارة ٧°م وفى الجذور غير المعالجة عما فى الجذور المعالجة (Picha ١٩٨٧).

جدول (١٤-٢): نسبة الجذور التى ظهرت عليها أعراض أضرار البرودة فى أربعة أصناف من البطاطا بعد فترات مختلفة من التعرض لحرارة ٧,٢°م ثم التخزين لفترات مختلفة على ١٥,٦°م.

المعاملة	الجذور المصابة بأضرار البرودة (٪) فى أصناف (أ) Travis	Centennial	Jasper	Jewel
علاج + أسبوع على ٧,٢°م + ٤ أسابيع على ١٥,٦°م	صفر	صفر	صفر	صفر
علاج + ٢ أسبوع على ٧,٢°م + ٣ أسابيع على ١٥,٦°م	صفر	١١	١١	٦
علاج + ٣ أسابيع على ٧.٢°م + ٢ أسبوع على ١٥,٦°م	٦	٢٥	٢٥	٢٣
علاج + ٤ أسابيع على ٧,٢°م + أسبوع على ١٥,٦°م	٧	٣٦	٣٧	٣٨

(أ): ظهرت أضرار البرودة على مالا يقل عن ١٠٪ من السطح الخارجى للجذر - فى صورة نقر سطحية أو عفن فطرى - فى جميع الجذور التى صنفت على أنها مصابة بأضرار البرودة.

التصدير

تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية أكثر الدول المصدرة للبطاطا، ويأتى بعدها فى المرتبة إسرائيل وجنوب أفريقيا، ثم مصر.

ويبلغ إجمالى كميات البطاطا المصدرة من مصر سنويًا حوالى ٤٠٠٠ طن، وهو ما يعادل حوالى ٢٪ من الإنتاج الكلى.

تطلب الأسواق الأوروبية البطاطا على امتداد العام، ويزداد الطلب عليها خلال فصل الشتاء.

وبينما يزداد الطلب على استهلاك البطاطا فى الدول الأوربية فإنها - وعلى خلاف عديد من الحاصلات الأخرى - لا تخضع لأى قيود تتعلق باستيرادها فى دول السوق

الأوروبية. وتعد المكلة المتحدة سوقًا واعدة، وخاصة بالنسبة للصنف بيوريجارد Beauregard.

ينص القانون المصرى على أنه يجب أن تكون جذور البطاطا المعدة للتصدير متجانسة، منتظمة الشكل، ملساء ونظيفة، وألا يقل قطر الجذر الواحد فى الجزء الأوسط عن ٥ سم، وألا يزيد طول الجذر على ١٥ سم، وأن يتراوح وزنه من ١٨٥–٢٢٥ جم، وأن تكون خالية من العفن الأسود أو العفن الطرى. ويسمح بنسبة لا تزيد على ٥٪ بالوزن فى كل عبوة من البطاطا المحتوية على الجذور الجانبية، والنموات الخضراء، وكذا القطوع، والجروح الملتئمة.

وتدرج جذور البطاطا حسب الحجم إلى الفئات التالية:

الفئة ورمزها		مدى الوزن (جم)
صغيرة	S	١٠٠–١٥٠
متوسطة	M	١٥٠–٣٠٠
كبيرة (١)	L1	٣٠٠–٤٥٠
كبيرة (٢)	L2	٤٥٠–٦٠٠
كبيرة جدًا	EL	٦٠٠–٨٠٠
ضخمة	G	٨٠٠–٩٥٠

وأنسب فئة للتصدير هى المتوسطة تليها فئة كبيرة (١).

يتوقف الوزن الصافى المناسب للكراتين التى تعبأ فيها البطاطا على سوق التصدير، ويكون – عادة – ٧ كجم لفرنسا، و ٨ أو ١٠ كجم للمملكة المتحدة، و ٥ كجم للأسواق الخليجية. ويجب أن تكون الكراتين قوية لكى تتحمل الشحن البحرى دون أن تنهار.

ولكى يكون التصدير اقتصاديًا، فإنه يتعين أن يكون الشحن بطريق البحر.



الفصل الخامس عاشر

أمراض وآفات البطاطا ومكافحتها

الأمراض التى تصيب البطاطا فى مصر

يذكر Ziedan (١٩٨٠) القائمة التالية للأمراض التى تصيب البطاطا فى مصر:

المرض		المسبب
مرض ألترناريا	Alternaria disease	*Alternaria solani*
العفن الأسود	Black rot	*Ceratostomella fimbriata*
العفن الفحمى	Charcoal rot	*Macrophomina phaseoli*
العفن الجاف	Dry rot	*Diaporthe batatis*
عفن الجذر الفيوزارى	Fusarium root rot	*Fusarium solani* f. *batatas*
الذبول الفيوزارى	Fusarium wilt	*F. oxysporum* f. *batatas*
عفن جافا الأسود	Java black rot	*Diplodia tubericola*
مرض بيثيم	Pythium disease	*Pythium ultimum*
عفن ريزوبس الطرى	Rhizopus soft rot	*Rhizopus nigricans & R. stolonifer*
العفن البكتيرى الطرى	Bacterial soft rot	*Erwinia carotovora*

الطرق العامة لمكافحة أمراض البطاطا

تكافح أمراض البطاطا – بوجه عام – بمراعاة ما يلى:

١ – استعمال تقاو (جذور) خالية من الإصابة المرضية.

٢ – اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية.

٣ – معاملة الجذور بالمطهرات السطحية.

٤ – استخدام رمل، أو تربة خالية من المسببات المرضية فى أحواض إنتاج الشتلات.

٥ – العناية بتداول الجذور بعد الحصاد لتقليل تجريحها إلى أدنى مستوى ممكن.

٦ – إجراء عملية العلاج بسرعة بعد الحصاد.

٧ – تخزين الجذور المعالجة فى حرارة ١٣°م–١٦°م.

٨ – زراعة الأصناف المقاومة (Thompson & Kelly ١٩٥٧).

وقد كتب عن أمراض البطاطا بالتفصيل كل من Hildebrand & Cook (١٩٥٩) و Chupp & Sherif (١٩٦٠)، و Clark & Moyer (١٩٨٨).

اللفحة الجنوبية

المسبب

تعتبر اللفحة الجنوبية southern blight أو لفحة اسكيروشيم Sclerotium blight من أهم أمراض مشاتل البطاطا، ويسببها الفطر *Corticum rolfsii* (*Sclerotium rolfsii*)، وخاصة عند زراعة المشاتل بالجذور لأجل إنتاج العقل الساقية.

الأعراض

تبدأ أعراض الإصابة مع ظهور النبت الجديد، حيث يحدث له ذبول مفاجئ ويموت. تبدأ الإصابة عند مكان اتصال النبت الجديد بالجذر الأم ثم تمتد إلى أعلى وإلى أسفل. يغطى الفطر النموات المصابة – وكذلك سطح التربة – بغزل كثيف أبيض اللون تتكون فيه الأجسام الحجرية للفطر؛ وهى أجسام كروية بقطر ١–٢ مم تكون بيضاء اللون فى البداية، ثم تتحول إلى اللون البنى.

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة بالمرض الحرارة العالية والرطوبة العالية.

المكافحة

يكافح المرض بغمر الجذور المستخدمة فى إنتاج عقل التقاوى – كإجراء وقائى – فى محلول لأحد المبيدات المناسبة، مثل البوتران Botran (وهو 2,6-dichloro-4-nitroaniline).

عفن الجذور وتقرح الساق الفيوزارى

المسببات

يسبب الفطر *Fusarium solani* f. sp. *batatas* مرض عفن الجذور root rot، وتقرح الساق stem canker فى البطاطا فى كل من المشاتل والحقول المستديمة والمخازن. وتعرف هذه الإصابة - كذلك - باسم العفن السطحى surface rot (شكل ١٥-١، يوجد فى آخر الكتاب).

ومن الفطريات الأخرى التى ذكرت كمسببات للمرض كلاً من: *F. oxysporum*، و *Phoma* sp. ويختلف الفطر *F. oxysporum* المسبب لهذا المرض عن الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزارى.

الأعراض

تظهر الإصابة على صورة بقع سطحية دائرية بنية اللون وجافة على الجذور المتشحمة، وقد تشاهد فيها حلقات متبادلة من اللونين البنى الفاتح والقاتم. وتشاهد تلك الأعراض على كل من الجذور الليفية وقواعد السيقان. وكثيرًا ما تُشاهد البقع الدائرية على الجذور المتشحمة عند الحصاد. وقد تظهر هذه البقع بعد ذلك، وتزداد مساحتها أثناء التخزين، ولكنها لا تتعمق أبدًا لأكثر من ملليمترات قليلة، باستثناء أن الفطر *Phoma* قد يزداد تعمقه، ويؤدى إلى تعفن الجذور.

الظروف المناسبة للإصابة

تحدث الإصابة من خلال الجروح الطبيعية أو تلك التى تحدثها النيماتودا والحشرات والقوارض، كما تحدث من خلال الجذور الصغيرة الميتة التى توجد على الجذور المتشحمة (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - تداول المحصول بعناية بعد الحصاد لتجنب تجريح الجذور، مع الاهتمام بإجراء عملية العلاج التجفيفى.

٢ – استخدام تقاو خالية من الإصابة فى الزراعة.

٣ – معاملة التقاوى قبل الزراعة بمبيد الثيوبندازول.

٤ – قطع عقل التقاوى الساقية من فوق سطح التربة بمسافة لا تقل عن ٢ سم.

الذبول الفيوزارى

المسبب

يسبب الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *batatas* مرض الذبول الفيوزارى Fusarium wilt، أو الاصفرار Yellows فى البطاطا.

الأعراض

تبدأ الإصابة بشحوب لون الأوراق الحديثة، ويتبع ذلك اصفرار ما بين العروق وتشوه نصل الأوراق المسنة، التى سريعًا ما تسقط مع تقزم وذبول النبات قبل انهياره وموته فى نهاية الأمر. ويتلون النسيج الوعائى فى سيقان النباتات المصابة باللون البنى، وقد يمتد التلون إلى قمة النموات الخضرية. يظهر كذلك على ساق النبات أسفل سطح التربة تلون قرمزى قد يمتد إلى أعلى فوق سطح التربة وإلى أسفل نحو الجذور الشحمية. وفى نهاية الأمر قد تتشقق قشرة الساق وتنهار، ليظهر تحتها النسيج الوعائى الأسود حيث غالبًا ما يتجرثم الفطر المسبب للمرض فى الجو الرطب.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر لعدة سنوات فى التربة، وينتشر مع الجذور والعقل الساقية المصابة. وقد ينتشر – أيضًا – مع ماء الرى، والآلات الزراعية، والأتربة التى تثيرها الرياح. يناسب الفطر درجات الحرارة المرتفعة، وهو يصيب النبات من خلال الجروح.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – حرق بقايا النباتات المصابة.

٢ – اتباع دورة زراعية مناسبة (Gubler وآخرون ١٩٨٦).

٣ – زراعة الأصناف المقاومة، أو الأكثر قدرة على تحمل المرض، مثل: جول Jewel، وجارنيت Garnet، وجولدرش Goldrush، ونجت Nugget.

٤ – فرز الجذور، واستبعاد المصاب منها قبل الزراعة.

٥ – غمس الشتلات فى البينوميل، أو أى مبيد فطرى آخر مناسب قبل الزراعة.

أعطى غمر الشتلات لمدة ٢٠ دقيقة فى سوبرفاين superfine ٤٠٪ أو فى كاربندازيم carbendazim ٥٠٪ بمعدل ١ جم من أى منهما/لتر .. أعطى ٨٩,٥–٩٦,٤٪ حماية من الإصابة بالمرض، وكانت تلك الحماية أعلى جوهريًّا من تلك التى أعطاها الغمر لمدة مماثلة فى ثيوفانيت ميثيل ٧٠٪ thiophanate methyl 70% بمعدل ١جم/لتر والتى كانت ٦٥,٣٪ (Fang وآخرون ١٩٩٥).

التحلل المبرقش

يسبب الفطران: *Pythium ultimum*، و *P. scleroteichum* مرض التحلل المبرقش Mottle Necrosis فى البطاطا.

تصاب الجذور المتشحمة فى الحقل، وتظهر الأعراض على صورة مناطق غائرة، غير منتظمة الشكل على السطح، ومناطق أخرى متحللة غير منتظمة الشكل فى الأنسجة الداخلية، وقد تصاب أيضًا الجذور الرفيعة الماصة.

يعيش الفطران المسببان للمرض فى التربة، وتناسبهما الأراضى الثقيلة والرطبة، وكثيرًا ما تشتد الإصابة بهما فى المناطق المنخفضة من الحقل؛ حيث تتجمع الرطوبة؛ لذا .. فإن أهم طرق مكافحة المرض هى الاهتمام بتنظيم عملية الرى، وعدم الإفراط فيه.

العفن الأسود

المسبب

يسبب الفطر *Ceratocystis fimbriata* مرض العفن الأسود Black Rot فى البطاطا.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة على صورة قرح كبيرة جافة دائرية غائرة، سوداء أو رمادية

اللون على الجذور (شكلا ١٥-٢، و ١٥-٣، يوجدان فى آخر الكتاب)، وقد تظهر بقع أخرى سوداء على أجزاء الساق التى توجد تحت سطح التربة، وعلى الجذور الصغيرة. تتقزم النباتات المصابة، وتبدو صفراء اللون، وقد تذبل وتموت.

يسمح تكوين الجذور العرضية أعلى الأجزاء المصابة من الساق بتأخير موت النبات ولكن الإصابة قد تستمر أعلى ساق النبات فوق سطح التربة.

تظهر كذلك الإصابة على الجذور المتشحمة كبقع غائرة دائرية قد تتسع لتغطى معظم سطح الجذر. تبقى الأجزاء المصابة سطحية، ولا تمتد عادة لأكثر من الحلقة الوعائية.

تبقى طبقة البيريدرم سليمة ظاهريًا فى حين أن العفن يكون ممتدًا تحتها فى نسيج القشرة. يزداد اتساع القرحة الجذرية أثناء التخزين حتى تصل إلى نسيج الأسطوانة الوعائية. وتتركز القرح غالبًا حول الجروح والعديسات والجذور الجانبية.

وفى المشاتل يصاب النبت الجديد بالفطر فى مكان اتصاله بالجذر الأم، فتتكون عليه تقرحات غائرة مماثلة لقرح الجذور الدرنية.

وجدير بالذكر أن الجذور المصابة ينتج بها المركبين: ipomeamarone، و ipomeamaronol وكلاهما سام ولا يمكن التخلص منهما بشى الجذور.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر المسبب للمرض على بقايا النباتات المصابة فى التربة لمدة لا تزيد - عادة - عن سنتين، وعلى الجذور المصابة فى المخازن. ويناسب الإصابة مجال حرارى يتراوح بين ١٠، و ٣٠°م.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة الأصناف المقاومة، مثل B52، و B5941، و B5944، و B5999.

٢ - اتباع دورة زراعية ثلاثية أو رباعية، علمًا بأن الفطر المسبب للمرض لا يصيب غير البطاطا.

٣ – استخدام جذور خالية من الإصابة فى الزراعة (عن Cook ١٩٧٨).

٤ – معاملة الجذور قبل زراعتها بمبيد الثيابندازول (مثل TBZ، وتكتو Tecto، وميكوزول Mycozol، وسيراتوتكت Ceratotect، واستورايت Storite). كذلك يفيد غمر الجذور فى البوراكس قبل زراعتها، والأفضل غمر الجذور فى الفربام (١,٠ كجم/٢٠ لتر ماء)، أو فى 2(4-thiazolyl)-benzimidazole (١,٠ كجم/١٥ لتر ماء) لمدة ٥ دقائق على ٤٩°م، أو لمدة دقيقة على ٥٤°م.

٥ – معاملة جذور التقاوى بالحرارة (الهواء الساخن) على ٥٠°م لمدة ٦ ساعات، أو ٤٣°م لمدة ٢٤ ساعة، أو ٣٥°م لمدة ٥ أيام.

٦ – استعمال العقل الساقية فى إنتاج عقل التقاوى بدلاً من الجذور.

٧ – قطع العقل الساقية من فوق سطح التربة بمسافة لا تقل عن ٢ سم.

٨ – العلاج التجفيفى الجيد للجذور بعد الحصاد مباشرة.

٩ – غسيل الآلات المستخدمة فى تداول جذور البطاطا بالبوراكس.

عفن رايزوبس الطرى أو العفن الحلقى

المسبب

يعتبر مرض عفن رايزوبس الطرى Rhizopus soft rot من أمراض المخازن الهامة فى البطاطا، ويسببه الفطر *Rhizopus stolonifer* وأنواع أخرى من الجنس *Rhizopus*.

الأعراض

تظهر الإصابة على شكل عفن طرى مائى فى الجذر، يتقدم بسرعة فى النسيج الشحمى إلى أن يعم الجذر كله فى غضون ٤–٥ أيام. وقد تبدأ الإصابة فى أحد جوانب الجذر، ثم تمتد حوله كالحلقة، ويعرف المرض حينئذ باسم "العفن الحلقى" ring rot.

سريعًا ما تظهر بالجذور المصابة رائحة التخمر الكحولى التى تجذب إليها ذبابة الفاكهة التى تتكاثر بدورها على الأنسجة المتعفنة. ويرشح من الجذور المصابة سائل مائى فى خلال أيام قليلة من بداية الإصابة.

الظروف المناسبة للإصابة

تحدث الإصابة عادة عن طريق الجروح، ويؤدى الفطر إلى إذابة المواد البكتينية اللاصقة بين جُدر الخلايا بفعل إنزيم polygalacturonase؛ فتصبح الجذور طرية، ثم تفقد الجذور رطوبتها بعد فترة، وتصبح كالمحنطة (مومبائية)، ويعرف المرض حينئذ باسم "العفن الجاف" Dry Rot (Ware & McCollum ١٩٨٠).

هذا .. ولا تتساوى جميع الجروح التى تحدث بالجذور فى قابليتها للإصابة؛ فالجروح السطحية التى لا تتعمق لأكثر من ملليمترين تكون أقل قابلية للإصابة عن الجروح العميقة التى تزيد عن ٥ ملليمترات. وربما يرجع هذا الاختلاف فى قابلية الأنسجة للإصابة إلى وجود مركبات مضادة للفطريات فى الأنسجة الخارجية (Strange وآخرون ٢٠٠١).

يعيش الفطر على بقايا النباتات فى التربة، وتناسبه درجات الحرارة المرتفعة. ويؤدى تعريض الجذور لحرارة ١٣°م لفترة طويلة إلى جعلها أكثر قابلية للإصابة.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – التخلص من الجذور المصابة.

٢ – علاج الجذور بسرعة – وبشكل جيد – بعد الحصاد مباشرة.

٣ – تجنب تجريح الجذور بتداولها بحرص.

٤ – عدم تخزين الجذور فى حرارة أقل من ١٣°م.

٥ – معاملة الجذور بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل الـ 2,6-dichloro-4-nitroaniline (مثل البوتران) بتركيز ٣–٤ أجزاء فى المليون، والداى كلوران Dichloran بتركيز ٠,٧٥٪، أو بالـ sodium-o-phenylphenate بتركيز ١٪.

القشف

يسبب الفطر *Monilochaetes infuscans* مرض القشف Scurf فى البطاطا.

لا يصيب الفطر سوى الأجزاء الأرضية من النبات، وتظهر الأعراض على صورة

مساحات بنية إلى سوداء اللون على الجذور، وقد تكبر لتغطى أجزاء كبيرة من سطح الجذر باللون البنى، ولكنها لا تتعمق لأكثر من طبقة الجلد (شكل ١٥-٤، يوجد في آخر الكتاب). وتؤدى الإصابة إلى انكماش الجذور أثناء التخزين، ولكنها لا تتعفن.

يعيش الفطر على بقايا النباتات المصابة فى التربة، وعلى الجذور المصابة، ويكثر فى الأراضى الرديئة الصرف.

ويكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - تجنب الزراعة فى الأراضى الثقيلة.

٢ - اتباع دورة زراعية ثنائية أو ثلاثية.

٣ - استخدام تقاو سليمة فى الزراعة.

٤ - معاملة الجذور المستخدمة فى إنتاج عقل التقاوى بالماء الساخن على ٤٩°م لمدة ١٠ دقائق.

٥ - معاملة الجذور بأحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل الفربام، والبينوميل، والثيوبندازول، وتكون معاملة الغمس فى المبيدات الفطرية أكثر فاعلية لو أجريت على حرارة ٣٨-٥٥°م عما لو كانت على حرارة الغرفة.

٦ - عدم الإفراط فى الرى.

عفن جافا الأسود

يسبب الفطر *Diplodia tubericola* مرض عفن جافا الأسود Java Black Rot فى البطاطا، وهو من الأمراض الهامة فى المخازن. تظهر الأعراض بعد أسبوع من الإصابة على صورة عفن جاف بني اللون، يبدأ فى أطراف الجذور، وفى أماكن الجروح أيًّا كان موضعها، ويتحول تدريجيًّا إلى اللون الأسود، ويصبح صلبًا.

عفن القدم

المسبب

يسبب الفطر *Plenodomus destruens* مرض عفن القدم foot rot فى البطاطا.

الأعراض

تبدأ الإصابة عادة كبقع داكنة اللون على ساق النبات عند سطح التربة أو تحت السطح بقليل، تزداد فى المساحة تدريجيًّا إلى أن تحلق النبات وتمتد لعدة سنتيمترات أعلى سطح التربة. تتقزم النباتات المصابة وقد تموت، وتصفر الأوراق قبل موت النباتات. يقل كثيرًا إنتاج النباتات المصابة من الجذور الشحمية، وقد تمتد إليها الإصابة، ويظهر بها عفن بنى صلب.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى الجذور المصابة وعلى بقايا النباتات المصابة، وتحمل جراثيم الفطر بواسطة مياه الرى.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة جذور خالية من الإصابة.

٢ - اتباع دورة زراعية مناسبة.

العفن الجاف

يسبب الفطر *Diaporthe batatis* مرض العفن الجاف Dry Rot فى البطاطا، وهو من الأمراض الهامة فى المخازن.

يبدأ ظهور الأعراض فى الحقل عند الطرف القاعدى للجذور المتشحمة. تكون الإصابة على صورة عفن جاف، وتبدو أنسجة الجذر تحت الجلد بلون أسود فحمى، وتنتشر هذه الأعراض بصورة تدريجية - نحو الطرف الآخر للجذر. وكثيرًا ما يمكن رؤية التراكيب الثمرية للفطر فى موضع الإصابة بالعين المجردة.

عفن التربة

المسبب

تسبب البكتيريا *Streptomyces ipomoea* مرض عفن التربة soil rot، أو الجدرى pox فى البطاطا.

الأعراض

تؤدى الإصابة المبكرة إلى تقزم النباتات، ونقص المحصول بشدة، أو انعدامه. يمكن نزع النباتات المصابة بسهولة من التربة، ويموت معظمها قبل انتهاء الموسم. يتعفن المجموع الجذرى الليفى للنبات ويموت، وتظهر بقع قاتمة اللون وطويلة على ساق النبات أسفل سطح التربة. أما البقع المرضية التى تظهر على الجذور المتشحمة فإنها تكون صغيرة وغائرة، ولكنها تكبر فى الحجم وتلتحم معًا (شكل ١٥-٥، يوجد فى آخر الكتاب)، وقد تحلق الجذور؛ مما يؤدى إلى تشوهها. يبقى سطح البقع فى الجذور المتشحمة متماسكًا لفترة، ولكنه سريعًا ما ينهار مخلفًا وراءه بعض النقر الغائرة والثقوب (عن Cook ١٩٧٨).

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش البكتيريا فى التربة، وتنتشر مع التقاوى المصابة، وتناسبها الأراضى الجافة؛ لذا .. فإنه كثيرًا ما تبدأ الإصابة فى الأيام السابقة لبدء الرى فى مناوبات الرى.

المكافحة

يكافح المرض بتعقيم التربة ببروميد المثايل إن كان ذلك اقتصاديًّا، واستعمال تقاو خالية من الإصابة، وتجنب الزراعة فى الأراضى الموبوءة بالمرض، وزراعة الأصناف المقاومة.

أمراض فطرية وبكتيرية أخرى

من الأمراض الفطرية والبكتيرية الأخرى التى تصيب البطاطا، ما يلى:

١ - لفحة الأوراق، ويسببها الفطر *Phyllosticta batatas*.

٢ - تبقع الأوراق السركسبورى، ويسببه الفطر *Cercospora batatae*.

٣ - الصدأ الأبيض، ويسببه الفطر *Albugo ipomoeae-panduratae*.

٤ - العفن الفحمى، ويسببه الفطر *Macrophomina phaseoli*.

٥ – تبقع الأوراق السبتورى *Septoria bataticola*.

٦ – تقرح الساق، ويسببه الفطر *Rhizoctonia solani*.

٧ – العفن الأزرق، ويسببه الفطر *Penicillum* spp.

٨ – العفن الرمادى، ويسببه الفطر *Botrytis cinerea*.

٩ – عفن الساق والجذر البكتيرى، وتسببه البكتيريا *Erwinia chrysanathemi*.

الفيروسات والفيتوبلازما

الموزايك

يسبب الموزايك فى البطاطا أحد سلالات فيرس موزايك التبغ. تكون أوراق النباتات المصابة صغيرة، ومبرقشة، ومشوهة، وينخفض محصولها كثيرًا. لا ينتشر الفيرس من نبات لآخر بسرعة كبيرة فى الحقل؛ ولذا .. فإن أفضل وسيلة لمكافحته هى استئصال النباتات المصابة والتخلص منها خارج الحقل.

الفلين الداخلى والتشقق الصدىء والتبرقش الريشى

تسبب سلالات مختلفة من فيرس التبرقش الريشى Sweetpotato Feathery Mottle Virus أعراضًا مختلفة بنباتات البطاطا، وتعرف بأسماء الفلين الداخلى Internal Cork، والتشقق الصدىء Russet Crack، والتبرقش الريشى Feathery Mottle. تتميز الحالة الأخيرة باصفرار على شكل ريشى بامتداد العروق فى الأوراق، وقد تتغير الأعراض – فيما بعد – إلى بقع حلقية ذات حواف حمراء اللون. ويظهر الفلين الداخلى على صورة بقع صغيرة فلينية فى الأنسجة الداخلية للجذور المتشحمة. أما التشقق الصدىء .. فيظهر على صورة صدأ شديد، وتشققات كثيرة سطحية بالجذور المتشحمة. وقد تظهر أعراض مماثلة على الجزء السفلى من الساق. تستمر أعراض الإصابة فى الزيادة أثناء التخزين، وتزداد حدتها عند ارتفاع درجة حرارة التخزين عن ٢٠°م. تبقى الأنسجة المصابة من الجذور صلبة بعد طهيها.

ينتقل الفيرس بواسطة حشرة المن، وينتشر مع التقاوى المصابة، ويبدو أن عوائله محدودة فى العائلة العليقية. ولا وسيلة لمكافحته سوى باستخدام تقاو سليمة فى الزارعة.

فيروسات أخرى والفيتوبلازما

من أهم الفيروسات الأخرى والفيتوبلازما التى تصيب البطاطا، ما يلى (عن Green ١٩٩١):

الفيرس أو الفيتوبلازما		الناقل
فيرس موزايك الخيار	Cucumber mosaic virus	المنّ
فيرس بقع البطاطا الصفراء	Sweetpotato chlorotic leaf spot virus	المنّ
فيرس موزايك عروق البطاطا	Sweetpotato vien mosaic virus	المنّ
فيرس البطاطا الكامن	Sweetpotato latent virus	غير معروف
فيرس تقزم واصفرار البطاطا	Sweetpotato yellow dwarf virus	الذبابة البيضاء
فيرس تجعد أوراق البطاطا	Sweetpotato leaf curl virus	الذبابة البيضاء
فيرس تبرقش البطاطا المعتدل	Sweetpotato mild mottle virus	الذبابة البيضاء
فيتوبلازما مكنسة العراف	Witches broom phytoplasma	النطاطات

النيماتودا

نيماتودا تعقد الجذور

تسبب نيماتودا تعقد الجذور (*Meloidogyne* spp.) المرض المعروف باسم تعقد الجذور Root Knot. تصيب هذه النيتماتودا آلافًا من الأنواع النباتية، وأهم أنواعها التى تصيب البطاطا: *M. incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*.

تظهر الأعراض على الجذور الصغيرة الماصة على صورة عقد جذرية، ويكون ذلك مصحوبًا بتقزم النباتات واصفرارها. أما الجذور المتشحمة .. فتبدو فيها الأعراض على صورة تشوهات ونقر سطحية، وقد تظهر تشققات أحيانًا.

الأنواع النيماتودية الأخرى

من أهم الأنواع النيماتودية الأخرى التى تصيب البطاطا، ما يلى:

١ - النيماتودا اللاسعة sting nematodes (*Belonolaimus gracilis*، و *B. longicaudatus*).

٢ - نيماتودا التقرح lesion nematode (*Pratylenchus* spp.).

٣ - النيماتودا الكلوية reniform nematode (*Rotylenchulus reniformis*).

٤ – نيماتودا الساق والأوراق *Ditylenchus dipsaci* .. تسبب فى البطاطا مرض العفن البنى الحلقى brown ring rot (عن Martin & Jones ١٩٨٦، و Jones وآخرين ١٩٨٦).

المكافحة

تكافح الأنواع النيماتودية المختلفة فى البطاطا، بمراعاة ما يلى:

١ – غمر الجذور المستخدمة فى إنتاج عقل التقاوى فى الماء على حرارة ٤٧°م لمدة ٦٥ دقيقة.

٢ – مكافحة النيماتودا فى المشاتل باستعمال المبيدات.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة:

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى عديد من أصناف البطاطا، مثل (عن Putnam وآخرين ١٩٩١).

Jasper — Jewel
Nemagold — Nugget
Ruby — Whitestar
White Triumph

وعلى الرغم من توفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى عديد من أصناف البطاطا إلا أنه يجب عدم الاعتماد الكلى عليها فى المكافحة لأنها لا تحمى النبات من الأضرار التى يحدثها وخز الأعداد الكبيرة من يرقات النيماتودا للجذور المقاومة قبل موتها.

الحشرات

تصاب البطاطا بدودة ورق القطن، والحفار، والدودة القارضة، والمن، والذبابة البيضاء، ويرقات فرقع لوز، ودودة ورق البطاطا.

ويذكر Jones وآخرون (١٩٨٦) عديدًا من الآفات الحشرية الأخرى التى تصيب البطاطا، منها أنواع كثيرة من الديدان السلكية Wireworms، وخنافس الخيار المخططة، والمبقعة، وأنواع أخرى كثيرة من الخنافس beetles، والثاقبات borers، والديدان grubs.

الحفار

يعرف الحفار mole cricket – علميًا – باسم *Gryllotalpa gryllotalpa*.

يصيب الحفار الجذور العرضية الجديدة المتكونة على العقل الخضرية؛ مما يؤدى إلى اصفرار وذبولها، وقد يصيب الجذور الدرنية؛ مما يؤدى إلى تجريحها وتثقيبها؛ ومن ثم تلفها أو خفض قيمتها التسويقية، بالإضافة إلى تعريضها للإصابة بالكائنات المسببة للأعفان.

وتعرف الإصابة بالحفار بوجود أنفاق متعرجة يحدثها فى الطبقة السطحية من التربة.

ويكافح الحفار بمراعاة ما يلى:

١ – الاهتمام بحراثة التربة وتقليبها جيدًا قبل الزراعة.

٢ – استعمال الطعم السام:

يتكون الطعم السام من مبيد مناسب مع ١٥ كجم من جريش الذرة أو الردة الناعمة، وكيلو جرام واحد من الشبه الناعمة، و ٢٠–٣٠ لتر ماء (١–١,٥ صفيحة)، و ١,٥ كجم مولاس. ومن المبيدات التى يمكن استعمالها فى المخلوط: ١,٢٥ لتر (أو ١,٢٥ كجم) من: الهوستاثيون ٤٠٪ مستحلب، أو المارشال ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل، أو النوفاكرون ٧٢٪ مستحلب، أو التمارون ٦٠٪ سائل، أو النوفادرين ٤٠٪ مستحلب، أو الأزودرين ٤٠٪ سائل. يقلب المخلوط جيدًا، ويترك ليتخمر لمدة ساعتين، ثم يضاف "سرسبة" فى بطن الخطوط عند الغروب على أن يسبق ذلك رى الحقل.

الدودة القارضة

تنتمى الدودة القارضة cutworm إلى الجنس *Agrotis*.

تقرض الدودة العقل المزروعة حديثًا عند سطح التربة؛ مما يؤدى إلى موتها، ويستدل على وجودها من ميل العقل على سطح التربة واصفرارها، وظهور اليرقات – السوداء اللون – وهى ملتفة حول نفسها فى التربة بالقرب من قاعدة النبات.

وتكافح الدودة القارضة بالطرق ذاتها التى تتبع فى مكافحة الحفار.

دودة ورق القطن، والدودة الخضراء ، ودودة ورق البطاطا

تصيب دودة ورق البطاطا نباتات البطاطا بوجه خاصة، بخلاف دودة ورق القطن والدودة الخضراء اللتان تصيبان عددًا كبيرًا من الأنواع النباتية.

تعرف دودة ورق البطاطا بالاسم العلمى *Herse convolvuli*. البيضة كبيرة الحجم نوعا. يفقس البيض بعد نحو ١٠–١٥ يومًا، وتتغذى اليرقات الصغيرة على الأوراق بمجرد خروجها مباشرة، وهى تكون فى جماعات فى مبدأ الأمر. ولكنها لا تلبث أن تتفرق وتتزل إلى التربة لتعذر فيها. اليرقة التامة النمو كبيرة الحجم، يبلغ طولها نحو ١٠ سم، ولونها أخضر، ويوجد على جانبى البطن خطوط مائلة. العذراء لونها أحمر ضارب إلى السواد، ويبلغ طولها ٤–٥ سم. الحشرة الكاملة لونها رمادى قاتم ويبلغ طولها ٤ سم، بينما تبلغ المسافة بين الجناحين الأماميين وهما منبسطين حوالى ٨ سم. والبطن بها أشرطة سوداء متبادلة مع أخرى حمراء (عن عبدالسلام ١٩٩٣).

تصيب هذه الديدان نباتات البطاطا فى كل من المشاتل والحقول الإنتاجية، وتتغذى اليرقات وهى فى أطوارها الصغيرة على السطح السفلى للأوراق، أما فى أطوارها الكبيرة فإنها تلتهم كل أجزاء الورقة فيما عدا العنق والعروق، كما تتغذى على القمة النامية للنبات؛ مما يؤدى إلى نقص المحصول بشدة.

وتكافح هذه الديدان بمراعاة ما يلى:

١ – العناية بإزالة الحشائش

٢ – الرش باللانيت ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم للفدان، مع مراعاة عدم استخدام النموات الخضراء المرشوشة فى تغذية الحيوانات لمدة لا تقل عن شهر بعد المعاملة. كذلك يفيد الرش بالريلدان ٥٠٪ بمعدل لتر واحد للفدان، وبالسيليكرون ٧٢٪ بمعدل ٣/٤ لتر للفدان.

٣ – إذا رُغب فى استعمال النموات الخضرية كعلف للحيوان دون التعرض لمخاطر الرش بالمبيدات فإنه يمكن مكافحة الديدان بالمبيد الحيوى دايبل ٢ إكس، أو إيكوتيك بيو ١٠٪ بمعدل ٢٠٠ جم من أى منهما للفدان.

٤ – يمكن كذلك مكافحة هذه الديدان بأمان باستعمال فيرس البولى هيدروسيس polyhydrosis virus بمعدل ٢٠٠ جم للفدان (البديوى وآخرون ١٩٩٨).

الجعال

تنتمى الجعال white grub للجنس *Phyllophaga*، وهى يرقات يبلغ طولها ٥ سم، وهى سميكة ولحمية ومقوسة، وطرفها الخلفى منتفخ.

تعيش اليرقات فى التربة وتتغذى على الجذور الماصة والخازنة وأجزاء السيقان التى توجد تحت سطح التربة.

وتكافح الجعال بالحراثة العميقة للتربة حتى تتعرض اليرقات للطيور التى تقوم بالتهامها. كذلك تستعمل فى مكافحتها المبيدات الفسفورية أو الكربماتية عند الزراعة.

المنّ والذبابة البيضاء والجاسيد (نطاطات الأوراق)

تقوم حشرة المنّ بامتصاص عصارة الأوراق؛ مما يؤدى إلى تجعدها. وتنتج الحشرة إفرازات سكرية يعيش عليها فطر العفن الأسود؛ مما يؤدى إلى التصاق الأتربة بالأوراق، وضعف كفاءة عملية البناء الضوئى، هذا فضلاً عن نقل المنّ لبعض الفيروسات التى تصيب البطاطا.

تظهر على أوراق النباتات المصابة بالذبابة البيضاء بقع صفراء اللون نتيجة لتغذية الحوريات والحشرة الكاملة، كما تنقل الحشرة إلى البطاطا بعض الفيروسات.

وتؤدى الإصابة بالجاسيد إلى ظهور بقع صفراء تبدأ عند نهايات العروق وتمتد تدريجيًا نحو الداخل؛ مما يؤدى إلى التفاف الأوراق وجفافها وضعف كفاءتها.

وتكافح حشرات المنّ، والذبابة البيضاء، والجاسيد بمراعاة ما يلى:

١ - الرش بالمارشال ٢٥٪ بمعدل ٧٠٠ مل(سم^{٣}) للفدان، أو بالأكتيلك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر للفدان، أو بالسيلكرون ٧٢٪ بمعدل $\frac{٣}{٤}$ لتر للفدان أو بالريلدان ٥٠٪ بمعدل لتر واحد للفدان. تضاف الكمية الموصى بها من أى من المبيدات السابقة إلى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء حسب قوة النمو النباتى.

٢ - فى حالة الإصابة المنفردة بالمنّ يمكن الرش بالسومثيون ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر للفدان، أو بالملاثيون ٥٧٪ بمعدل ١,٢٥ لتر للفدان.

٣ – عندما تكون الإصابة بالحشرات الثاقبة الماصة خفيفة، أو عندما يُراد استخدام النموات الخضرية فى تغذية الحيوانات دون التعرض لمخاطر المبيدات، فإن المكافحة يمكن أن تجرى بإحدى الوسائل التالية:

أ – الرش بالزيوت المعدنية الصيفية بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو بالزيت الطبيعى ناتيرلو بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

ب – الرش بالمركب الحيوى (الفطرى) بيوفلاى بمعدل ٤٠٠ مل (سم^{٣}) للفدان

جـ – الرش ببديل المبيدات إم بيد ٤٩٪ بمعدل ١,٥ لتر للفدان.

سوسة درنات البطاطا *Cylas formicarius* وسوسة درنات البطاطا المتشابهة *Cylas brunneus*

تتشابه الحشرتان إلى حد كبير. يبلغ طول الخنفساء اليافعة حوالى ٧ مم، ولون غمد الجناح أزرق ضارب إلى الخضرة، والصدر أحمر، والأرجل حمراء اللون كذلك، بينما تكون الرأس سوداء. ويبلغ طول اليرقة التامة النمو ٩ مم، ولون جسمها أبيض، بينما تكون الرأس بلون بنى فاتح. يفقس البيض بعد ٥–٦ أيام من وضعه، وتصنع اليرقات أنفاقًا متعددة، وتعذر اليرقة فى نهاية النفق.

تتعرض الجذور المصابة للتلف والعفن بسبب حفر الأنفاق بداخلها. وتستمر الإصابة فى المخازن (عن عبدالسلام ١٩٩٣).

تكافح الحشرة فى الحقول بالرش بالملاثيون.

وتعالج سوسة البطاطا *Cylas formicarius* فى محطات الحجر الصحى بالتدخين ببروميد الميثايل. ونظرًا لقرب وقف استعمال هذا المبيد عالميًّا، فقد جرت محاولات لمكافحة الحشرة بتعريض الجذور لأشعة جاما بجرعات تراوحت بين ٢٠٠، و ١٠٠٠ Gy (علمًا بأن الجرعة العالية يسمح بها كحد أقصى لمعاملة الخضر والفاكهة فى الولايات المتحدة). وفى ذلك المدى من الإشعاع لم تحدث الجرعة أى تأثيرات سلبية على مظهر الجذور بعد شهر من التخزين على ١٣°م و ٩٠٪ رطوبة نسبية، ولكن ازداد فى الجذور المعاملة الفقد فى الوزن عما فى الجذور غير المعاملة بنسب تراوحت بين ٠,٥٪، و ٣.٣٪؛ مما أثر – فى بعض الحالات – على صلابة الجذور. وعلى الرغم من

زيادة حلاوة الجذور المعاملة عن غير المعاملة، إلاّ أن ذلك لم يجعلها الأفضل قبولاً فى اختبارات التذوق بسبب لونها الأكثر دكنة (McGuire & Sharp ١٩٩٥).

العنكبوت الأحمر

تبدأ الإصابة بالعنكبوت الأحمر بظهور بقع صفراء باهتة تشاهد على السطح السفلى للأوراق، ثم تتحول تدريجيًا إلى اللون الأصفر، ثم تصبح حمراء أو قريبة من البنى. وفى الإصابات الشديدة تلتحم البقع معًا وتغطى كل المسطح الورقى أو معظمه، مما يؤدى إلى جفاف الأوراق وموتها.

ويكافح العنكبوت الأحمر بمراعاة ما يلى:

١ - التخلص من الحشائش.

٢ - عدم تعريض النباتات للعطش الذى يجعل النباتات أكثر جاذبية للعنكبوت، وخاصة عند ارتفاع درجات الحرارة.

٣ - الرش ببدائل المبيدات، والتى من أهمها ما يلى:

أ - الزيوت المعدنية الصيفية بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو بالزيت الطبيعى ناتيرلو بمعدل ٦٢٥ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

ب - الكبريت الميكرونى بمعدل ٤٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

جـ - إم بيد ٤٩٪ بمعدل ٣٧٥ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

د - بيو فلاى بمعدل ١٠٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

هـ - بيوميت ٦٧,٦٪ بمعدل ٥٠٠ مل (سم^{٣})/ ١٠٠ لتر ماء.

و - فيرتميك ١٨٪ بمعدل ٦٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

٤ - الرش بالمبيدات فى الإصابات الشديدة، ومن أهمها ما يلى:

أ - الكالثين الزيتى ١٨٪ بمعدل لتر واحد للفدان.

ب - التديفول ٢٤,٥٪ بمعدل لتر واحد للفدان (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٣).

جـ - أورتس ٥٪ بمعدل ١٠٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

د - ثيرون ٥٠٪ بمعدل ٢٠٠ مل(سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

هـ - ساثمايت ٢٠٪ بمعدل ١٠٠ مل(سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

و - تشالنجر ٣٦٪ بمعدل ٤٥ مل(سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

ز - برايد ٢٠٪ بمعدل ٦٠ مل(سم^{3})/١٠٠ لتر ماء (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية - وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - ٢٠٠٠).

وفى جميع الحالات .. يراعى ضرورة وصول محلول الرش إلى السطح السفلى للأوراق.

القواقع

تشتد الإصابة بالقواقع فى البطاطا فى المناطق الرطبة والساحلية، وهى نوعان: ذات صدفة رخوة، وذات صدفة صلبة.

يزداد نشاط القواقع أثناء الليل بينما تختبئ نهارًا، حيث تبقى ملتصقة بفروع النباتات. وأثناء الليل تتحرك القواقع، وتتغذى على الأوراق، والبراعم، وقلف السيقان؛ فتبدو الأنسجة منحولة، كما أنها تتغذى على الجذور الدقيقة؛ مما يحد من قدرة النبات على امتصاص الغذاء.

وتكافح القواقع بمراعاة ما يلى:

١ - حراثة وتقليب التربة جيدًا بغرض تعريض بيض وصغار القواقع للأعداء الطبيعية.

٢ - نظافة الحقل جيدًا من الحشائش ومخلفات المحصول السابق.

٣ - إطالة الفترة بين الريات بغرض خفض الرطوبة النسبية فى محيط النباتات.

٤ - وضع أكوام من السماد البلدى فى أركان الحقول المصابة لتنجذب إليها القواقع حيث يسهل جمعها وحرقها.

٥ - وضع طعوم جاذبة للقواقع تتكون من الردة والعسل بنسبة ١٩:١، أو من البطاطا أو البطاطس المسلوقة المهروسة، مع ترك هذه الطعوم فى أوان فخارية توضع على البتون وفى قنوات الرى عند الغروب، ثم المرور عليها صباحًا لجمع القواقع وحرقها.

٦ - رش النباتات المصابة بأى من المبيدات: ميزارول، أو أوكساميل، أو نوفاكرون، أو سيليكرون بنسبة ٠,٢٪.

٧ - إضافة أى من المبيدات السابقة إلى طعم الردة والعسل بمعدل ٢ كجم من المبيد لكل ١٠٠ جزء من الطعم، مع خلط العسل بالنخالة وتركهما حتى التخمر قبل إضافة المبيد. يترك الطعم السام فى أوانٍ فخارية توضع على البتون وفى قنوات الرى عند الغروب، مع تجديدها كل ثلاثة أسابيع عند الحاجة لاستمرار المكافحة (مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية - ٢٠٠٠).

مصادر الكتاب

الإدارة العامة للتدريب - وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية (١٩٨٣). إنتاج الخضر وتسويقها. القاهرة - ٤٢٢ صفحة.

إستينو، كمال رمزى، وعز الدين فراج، ومحمد عبدالمقصود محمد، ووريد عبدالبروريد، وأحمد عبدالمجيد راضوان، وعبدالرحمن قطب جعفر (١٩٦٣). إنتاج الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ١٣١٠ صفحة.

إستينو، كمال رمزى، وعز الدين فراج، ووريد عبدالبر، وأحمد راضوان، وعبدالرحمن جعفر، ومحمد عبدالعزيز عبدالفتاح (١٩٦٤). نباتات الخضر وأصنافها. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٢١٦ صفحة.

البديوى، رمزى أحمد وآخرون (١٩٩٨). البطاطا فى مصر. المركز الدولى للبطاطس - كفر الزيات - ٧٣ صفحة.

روبرتس، دانيال أ.، وكارل و. بوثرويد (١٩٨٦). أساسيات أمراض النبات - ترجمة إبراهيم جمال الدين وآخرين. الدار العربية للنشر والتوزيع - القاهرة - ٥٢٣ صفحة.

عبدالسلام، أحمد لطفى (١٩٩٣). الآفات الحشرية فى مصر والبلاد العربية وطرق السيطرة عليها. الجزء الثانى: الآفات الحشرية التى تصيب بساتين الخضر والفاكهة والزينة. المكتبة الأكاديمية - القاهرة - ٧٨١ صفحة.

قسم بحوث الخضر - مصلحة البساتين (١٩٥٩). زراعة الخضر. وزارة الزراعة - الجيزة - ١٧٩ صفحة.

مرسى، مصطفى على، وأحمد إبراهيم المربع، وحسين على توفيق (١٩٦٠). نباتات الخضر - الجزء الرابع: جمع وتجهيز وتعبئة وتخزين ثمار الخضر. مكتبة الأنجلو المصرية - القاهرة - ٦٣٢ صفحة.

مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية - وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى - جمهورية مصر العربية (٢٠٠٠). زراعة وإنتاج البطاطا للتصدير - ٥١ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي - جمهورية مصر العربية (١٩٩٣). زراعة وإنتاج وتداول البطاطا في مصر. المشروع القومي للأبحاث الزراعية - ٤٣ صفحة.

Afek, U., S. Carmeli, N. Aharoni, and L. Roizer. 1993. A suggestion for new mechanism of celery resistance to pathogens. Acta Horticulturae 343: 357-360.

Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1995a. Increasing celery resistance to pathogens during storage and reducing high-risk psoralen concentration by treatment with GA_3. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(4): 562-565.

Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1995b. The involvement of marmesin in celery resistance to pathogens during storage and the effect of temperature on its concentration. Phytopthology 85(9): 1033-1036.

Afek, U., S. Caremeli, and N. Aharoni. 1995c. Columbianetin, a phytoalexin associated with celery resistance to pathogens during storage. Phytochemistry 39(6): 1347-1350.

Afek, U., N. Aharoni, and S. Carmeli. 1997. A possible involvement of gibberellic acid in celery resistance to pathogens during storage. Acta Horticulturae No. 381: 583-588.

Afek, U., J. Orenstein, and E. Nuriel. 1998. Increased quality and prolonged storage of sweet potatoes in Israel. Phytoparasitica 26(4): 307-312.

Afek, U., J. Orenstein, and E. Nuriel. 1999. Steam treatment to prevent carrot decay during storage. Crop Protection 18(10): 639-642.

Aloni, B. and E. Pressman. 1987. The effects of salinity and gibberellic acid on blackheart disorder in celery (*Apium graveolens* L.). J. Hort. Sci. 62(2): 205-209.

Amanatidon, A., R. A. Slump, L. G. M. Gorris, and E. J. Smid. 2000. High oxygen and high carbon dioxide modified atmospheres for shelf-life extension of minimally processed carrots. J. Food Sci. 65(1): 61-66.

Amand, P. C. St. and W. M. Randle. 1989. Ethyle production and wound healing in sweet potato roots. HortScience 24(5): 805-807.

Asgrow Seed Company. 1977. Seed for today: Descriptive catalog of vegetable varieties. No. 22. 152 p.

Atherton, J. G.; E. A. Basher, and J. L. Brewster. 1984. The effects of photoperiod on flowering in carrot. J. Hort. Sci. 59: 213-215.

Atherton, J. G., J. Craigon, and E. A. Basher. 1990. Flowering and bolting in carrot. I. Juvenility, cardinal temperatures and thermal times for vernalization. J. Hort. Sci. 65(4): 423-429.

Babic, I., M. J. Amiot, and C. Nguyen-the. 1993. Changes in phenolic content in fresh ready-to-use shredded carrots during storage. Acta Horticulturae 343: 123-128.

Banga, O. 1976. Carrot. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of crop plants, pp. 291-293. Longman, London.

Barry-Ryan, C. and D. O'Beirne. 1998. Quality and shelf-life of fresh cut carrot slices as affected by slicing method. J. Food Sci. 63(5): 851-856.

Benjamin, L. R. and R. A. Southerland. 1992. Control of mean root weight in carrots (*Daucus carota*) by varying within- and between-row spacing. J. Agric. Sci. 119(1): 59-70.

Benjamin, L. R., A. McGarry, and D. Gray. 1997. The root vegetables: beet, carrot, parsnip and turnip. In: H. C. Wien. (ed.). The physiology of vegetable crops, pp. 553-580. CAB International, Wallingford, UK.

Biddington, N. L., T. H. Thomas, and A. J. Whitlock. 1975. Celery yield increased by sowing germinated seeds. HortScience 10: 620-621.

Bienz, D. R. 1968. Evidence for carrot splitting as an inherited tendency. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 429-433.

Biswas, J., H. Sen, and A. K. Dwivedi. 1996. Growth, tuber yield and quality of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) as affected by leaf pruning. Horticultural Journal 9(1): 49-55.

Blankenship, S. M. and M. D. Boyette. 2002. Root epidermal adhesion in five sweetpotato cultivars during curing and storage. HortScience 37(2): 374-377.

Bonte, D. R. la, W. A. Mulkey, C. A. Clark, L. H. Rolston, J. M. Cannon, P.

W. Wilson, and P. C. St Amand. 1992. Hernandez: a new sweetpotato variety. Louisiana Agriculture 35(2): 16-17.

Bonte, D. R. la, H. F. Harrison, and C. E. Motsenbocker. 1999. Sweetpotato clone tolerance to weed interference. HortScience 34(2): 229-232.

Bonte, D. R. la, D. H. Picha, and H. A. Johnson. 2000. Carbohydrate-related changes in sweetpotato storage roots during development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(2): 200-204.

Bonte, D. R. la, A. Q. Villordon, J. R. Schultheis, and D. W. Monks. 2000. Black polyethylene tunnel covers affect plant production and quality of sweetpotato transplants. HortScience 35(2): 202-204.

Boyette, M. D., E. A. Estes, A. R. Rubin, and K. A. Sorensen. 1997. The postharvest handling of sweetpotatoes. North Carolina Cooperative Extension Service. Raleigh, N. C. 43 p.

Bradley, G. A., D. A. Smittle, A. A. Kattan, and W. A. Sistrunk. 1967. Planting date, irrigation, harvest sequence and varietal effects on carrot yields and quality. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90: 223-234.

Bradley. G. A. and R. L. Dyck. 1968. Carrot color and carotenoids as affected by variety and growing conditions. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 402-407.

Brown, J. E., F. M. Woods, and C. Channell-Butcher. 1998. Effect of black plastic mulch and row cover on sweet potato production. J. Veg. Crop Prod. 4(1): 49-54.

Buishand, J. G. and H. Gabelman. 1980. Studies on the inheritance of root color and carotenoid content in red × yellow and red × white crosses of carrot, *Daucus carota* L. Euphytica 29: 241-260.

Campbell, G. M., T. P. Hernandez, and J. C. Miller. 1963. The effect of temperature, photoperiod and other related treatments on flowering in *Ipomoea batatas*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 618-622.

Cantliffe, D. J. and M. ElBalla. 1994. Improved germination of carrot at stressful temperature by seed priming. Proc. Florida State Hort. Soc. 107: 121-128.

Chupp, C. and A. F. Sherf. 1960. Vegetable diseases and their control. Ronald Pr. Co., N. Y. 693 p.

Clark, C. A. and J. W. Moyer. 1988. Sweet potato diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, USA. 75 p.

Constantin, R. J., T. P. Hernandez, and L. G. Jones. 1974. Effects of irrigation and nitrogen fertilization on quality of sweet potatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 308-310.

Cook, A. A. 1978. Diseases of tropical and subtropical vegetables and other plants. Hafner Pr., N. Y. 381 p.

Corbineau, F., M. A. Picard, A. Bonnet, and D. Come. 1995. Effects of production factors on germination responses of carrot seeds to temperature and oxygen. Seed Sci. Res. 5(3): 129-135.

Cordner, H. B., T. Thompson, and M. S. Jayyousi. 1966. Proximal dominance and plant production in bedded roots of the sweet potato, *Ipomoea batatas* Lam. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 472-476.

Covington, H. M., D. T. Pope, H. Garriss, L. W. Nielson, W. C. White, H. E. Scott, C. Brett, and G. Abshier. 1959. Grow quality sweet potatoes. N. C. Agr. Ext. Serv., Ext. Circ. 353. 28 p.

Cvjetkovic, B., G. Hrlec, and L. Isakovic. 1993. Effect of fungicides for the control of powdery mildew (*Erysiphe heraclei* D. C. f. sp. *dauci* Jacz.) on carrot and the problem of residues in the root. Difesa della Piante 16(4): 21-26.

Dangler, J. M. 1994. Rowcovers improve sweetpotato transplant production in field beds and hotbeds. HortTechnology 4(1): 57-60.

Davis, R. M. and J. J. Nunez. 1999. Influence of crop rotation on the incidence of *Pythium*- and *Rhizoctonia*-induced carrot root dieback. Plant Dis. 83: 146-148.

Deonier, M. T. and L. J. Kushman. 1960. The effect of pre-sprouting and type of bed on the early production of sweetpotato plants. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75: 557-560.

Diawara, M. M., J. T. Trumble, C. F. Quiros, and R. Hansen. 1995.

Implications of distribution of linear furanocumarins with celery. J. Agric. Food Chem. 43(3): 723-727.

Dixon, G. R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 404 p.

Duman, I. And D. Esiyok. 1998. Effects of pre-sowing PEG and KH_2PO_4 treatments on germination emergence and yield of carrot. (In Turkish with English summary). Turkish J. Agric. Forestry 22(5): 445-449. c. a. Hort. Abstr. 69(4): 3222; 1999.

Edmond, J. B., T. L. Senn, F. S. Andrews, and R. G. Halfacre. 1975. Fundamentals of horticulture. (4th ed.). McGraw-Hill Book Co., N. Y. 560 p.

Eguchi, T., M. Kitano, and H. Eguchi. 1994. Effect of root temperature on sink strength of tuberous root in sweet potato plants (*Ipomoea batatas* Lam.). Biotronics 23: 75-80.

El-Gamal, A. M. 1994. Effects of paclobutrazol, a plant growth retardant, levels on sweet potato yield and root quality. Alex. J. Agric. Res. 39(2): 385-397.

El-Tarabily, K. A., G. E. St. J. Hardy, and K. Sivasithamparam. 1997a. Effects of host age on development of cavity spot disease of carrots caused by *Pythium coloratum* in Western Australia. Aust. J. Bot. 45(4): 727-734.

El-Tarabily, K. A., G. E. St. J. Hardy, K. Sivasithamparam, A. M. Hussein, and D. I. Kurtboke. 1997b. The potential for the biological control of cavity-spot disease of carrots, caused by *Pythium coloratum*, by streptomycete and non-streptomycete actinomycetes. New Phytologist 137(3): 495-507.

Fan, X. and J. P. Mattheis. 2000. Reduction of ethylene-induced physiological disorders of carrots and iceberg lettuce by 1-methylcyclopropene. HortScience 35(7): 1312-1314.

Fang, S. M., Y. S. Chen, B. C. Zhu, Y. Q. Zhuang, and K. Q. Wu. 1995. Seedling dipping with chemical solutions for controlling Fusarium wilt in sweet potato. (In Chinese with English summary). J. Fujian Agric. Univ. 24(4): 420-425. c. a. Rev. Plant Path. 76(10): 8103; 1997.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1999. Production yearbook, Vol. 53. FAO, Rome, Italy.

Farag, I. A., H. A. Hussein, and M. A. Farghali. 1994. Effect of chemical weed control on growth of weeds, yield and quality of carrot. Assiut J. Agric. Sci. 25(3): 1-12.

Francois, L. E. 1998. Yield and quality responses of celery and crisphead lettuce to excess boron. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(4): 538-542.

Gabelman, W. H., I. L. Goldman, and D. N. Breitbach. 1994. Field evaluation and selection for resistance to aster yellows in carrot (*Daucus carota* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 119(6): 1293-1297.

George, R. A. T. 1985. Vegetable seed production. Longman, London. 318 p.

Geraldson, C. M. 1954. The control of blackheart of celery. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63: 353-358.

Gibberd, M. R., N. C. Turner, and B. R. Loveys. 2000. High vapour deficit results in rapid decline of leaf water potential and photosynthesis of carrots grown on free-draining, sandy soils. Aust. J. Agric. Res. 51(7): 839-847.

Gills, L. A., A. V. A. Resurreccion, W. C. Hurst, A. E. Reynolds, and S. C. Phatak. 1999. Sensory profiles of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars grown in Georgia. HortScience 34(4): 625-628.

Gray, D., J. R. Steckel, S. Jones, and D. Senior. 1986. Correlations between variability in carrot (*Daucus carota* L.), plant weight and variability in embryo length. J. Hort. Sci. 61: 71-80.

Green, S. K. 1991. Guidelines for diagnostic work in plant virology. (2nd ed.). Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei. Tech. Bull. No. 15. 63 p.

Greig, J. K. 1967. Sweetpotato production in Kansas. Kansas State University, Agric. Exp. Sta. Bul. 498. 27 p.

Gubler, W. D., A. H. McCain, H. D. Ohr, A. D. Paulus, and B. Teviotdle. 1986. California plant disease handbook and study guide for agricultural pest control advisors. Univ. Calif., Div. Agric. Natural Resources. Pub. No. 4046. 157 p.

Gutezeit, B. 2001. Yield and quality of carrots as affected by soil moisture and N-fertilization. J. Hort. Sci. Biotech. 76(6): 732-738.

Hall, M. R. 1990. Short-duration presprouting, ethephon, and cutting increase plant production by sweetpotato roots. HortScience 25(4): 403-404.

Hall, M. R. 1992. Brief extensions of curing and presprouting increased plant production from bedded sweetpotato. HortScience 27(10): 1080-1082.

Hall, M. R. 1993. Midstorage heating increased plant production from bedded sweetpotato roots. HortScience 28(8): 780-781.

Hall, M. R. 1994. Combined heating applications increased plant production from bedded sweetpotato roots. HortScience 29(9): 1022-1024.

Hall, M. R. 1994. Early sweetpotato production increased by GA_3 and BA plus GA_{4+7}. HortScience 29(2): 126.

Hall, M. R. 1994. Yield of sweetpotato cuttings is not influenced by shoot apex or polarity. HortScience 29(1): 41.

Harrison, H. F., Jr., J. K. Peterson, C. A. Clark, and M. E. Snook. 2001. Sweetpotato periderm components inhibit in vitro growth of root rotting fungi. HortScience 36(5): 927-930.

Hawthorn, L. R. and L. H. Pollard. 1954. Vegetable and flower seed production. The Blakistone Co., Inc., N. Y. 626 p.

Hedrick, U. P. (ed.). 1919. Sturtevant's notes on edible plants. J. B. Lyon Co., Albany. 686 p.

Heinonen, M. I. 1990. Carotenoids and provitamin A activity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars. J. Agric. Food Chem. 38(3): 609-612.

Hildbrand, E. M. and H. T. Cook. 1959. Sweetpotato diseases. U. S. Dept. Agric., Farmers Bul. 1059. 28 p.

Hisashi, K.-N. and A. E. Watada. 1997. Effects of low-oxygen atmosphere on ethanolic fermentation in fresh-cut carrots. J. A. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(1): 107-111.

Hochmuth, G. J., J. K. Brecht, and M. J. Bassett. 1999. Nitrogen fertilization to maximize carrot yield and quality on a sandy soil. HortScience 34(4): 641-645.

Hole, C. C., G. E. L. Morris, and A. S. Cowper. 1987. Distribution of dry matter between shoot and storage root of field-grown carrots. III. Development of phloem and xylem parenchyma and cell numbers in the storage root. J. Hort. Sci. 62(3): 351-358.

Hole, C. C., R. L. K. Drew, B. M. Smith, and D. Gray. 1999. Tissue properties and propensity for damage in carrot (*Daucus carota* L.) storage roots. J. Hort. Sci. Biotech. 74(5): 651-657.

Holwerda, H. T. and I. J. Ekanayake. 1991. Establishment of sweetpotato stem cuttings as influenced by size, depth of planting, water stress, hormones and herbicide residues for two genotypes. Scientia Horticulturae 48(3-4): 193-203.

Hossain, M. M. and M. A. A. Mondal. 1994. Effect of vine parts on the growth and yield of three sweet potato varieties. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research 29(3): 181-184. c. a. Field Crops Abstr. 48: 8333; 1995.

Huang, Y. H., D. H. Picha, A. W. Kilili, and C. E. Johnson. 1999. Changes in invertase activities and reducing sugar content in sweetpotato stored at different temperatures. J. Agric. Food Chem. 47(12): 4927-4931.

Jacobsohn, R., M. Sachs, and Y. Kelman. 1980 Effect of daminozide and chlormeqnat on bolting suppression in carrots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105: 801-805.

Jeong, Y. O., J. C. Kim, and J. L. Cho. 2000. Effect of seed priming of carrot, lettuce, onion, and welsh onion seeds as affected by germination temperatures. (In Korean with English summary). Korean J. Hort. Sci. Tech. 18(3): 321-326.

Jones, H. A. and J. T. Rosa. 1928. Truck crop plants. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 538 p.

Jones, A., P. D. Dukes, and J. M. Schalk. 1986. Sweet potato breeding. In: M. J. Bassett. (ed.). Breeding vegetable crops, pp. 1-35. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Kahangi, E. M., J. A. Chweya, L. S. M. Akundabweni, and D. M. Munyinyi. 1996. Effect of natural and artificial chilling in carrot *Daucus carota* L. at different locations in Kenya. I. Effects on bolting and flowering. J. Hort. Sci. 71(5): 807-812.

Kano, Y. 1998. A physiological disorder in secondary phloem of carrot roots (*Daucus carota* L.) in Japan. J. Hort. Sci. Biotech. 73(1): 61-64.

Kano, Y. and Z. J. Ming. 2000. Effects of soil temperature on the thickeuing growth and the quality of sweetpotatoes during the latter part of their growth. Environment Control in Biology 38(3): 113-120.

Kay, D. E. 1973. Root crops. The Tropical Products Institute, London. 245 p.

Kays, S. J. and Y. Wang. 2000. Thermally induced flavor compounds. HortScience 35(6): 1002-1012.

Keefe, P. D. and S. R. Draper. 1986. The isolation of carrot embryos and their measurement by machine vision for the prediction of crop uniformity. J. Hort. Sci. 61: 497-502.

Klingman, G. C. and F. M. Ashton. 1975. Weed science: principles and practices. John Wiley & Sons, N. Y. 431 p.

Knoche, M., M. Schutz, S. Peschel, and M. Hinz. 2001. Curvature of carrot (*Daucus carota* L.) sticks is related to number and distribution of xylem vessels. Postharvest Biology and Technology 22: 133-139.

Koike, S. T., R. F. Smith, K. F. Schulbach, and W. E. Chaney. 1997. Association of the insecticide naled with celery petiole lesion damage. Crop Protection 16(8): 753-758.

Kruse, E. G., J. E. Ells, and A. E. McSay. 1990. Scheduling irrigations for carrots. HortScience 25(6): 641-644.

Kushman, L. J. 1969. Inhibition of sprouting in sweetpotato by treatment with CIPC. HortScience 4: 61-63.

Kushman, L. J. and D. T. Pope. 1968. Procedure for determining intercellular space of roots and specific gravity of sweetpotato root tissue. HortScience 3: 44-45.

Kushman, L. J., R. E. Hardenburg, and J. T. Worthington. 1964. Consumer packaging and decay control of sweetpotatoes. U. S. Dept. Agric., Marketing Res. Rep. No. 650. 15 p.

Kushman, L. J., D. T. Pope, and J. A. Warren. 1968. A rapid method of estimating dry matter content of sweetpotatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 814-822.

Kwon, H. J., G. P. Hong, and Y. J. Kong. 1998. Effects of precooling and film packing on shelf-life in celery. (In Korean with English summary). c. a. Hort. Abstr. 69(8): 7021; 1999.

Lacy, M. L. 1994. Inflnence of wetness periods on infection of celery by *Septoria apiicola* and use in timing sprays for control. Plant Disease 78(10): 975-979.

Laferriere, L. and W. H. Gabelman. 1968. Inheritance of color, total carotenoids, aplha-carotene, and beta-carotene in carrots, *Daucus carota* L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 408-418.

Lafuente, M. T., G. López-Gálvez, M. Cantwell, and S. F. Yang. 1996. Factors influencing ethylene-induced isocumarin formation and increased respiration in carrots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(3): 537-542.

Lai, Y. C., H. C. Lee, and Y. S. Chen. 2000. Development of leafy sweet potato variety Tainug 71. (In Chinese with English summary). J. Agric. Res. China 49(2): 14-27. c. a. Plant Breed. Abstr. 71(3): 2912; 2001.

Lazcano, C. A., F. J. Dainello, L. M. Pike, M. E. Miller, L. Brandenberger, and L. R. Baker. 1998. Seed lines, population density, and root size at harvest affect quality and yield of cut-and-peel baby carrots. HortScience 33(6): 972-975.

Leonardi, C. 1998. Dry matter yield and nitrogen content in celery under salt stress conditions. Acta Horticulturae No. 458: 257-261.

Lewithwaite, S. L. and C. M. Triggs. 1999. Plug transplants for sweetpotato establishment. Agronomy New Zealand 29: 47-50.

Lim, B. S., C. S. Lee, S. T. Choi, and Y. B. Kim. 1998. Effect of pretreatment and polyethylene film packaging on storage of carrot. (In

Korean with English summary). RDA J. Hort. Sci. 40(1): 83-88. c. a. Hort. Abstr. 69(2): 1486; 1999.

Little, E. L., S. T. Koike, and R. L. Gilbertson. 1997. Bacterial leaf spot of celery in California: Etiology, epidemiology, and role of the contaminated seed. Palnt Dis. 81: 892-896.

Lougheed, E. C. 1987. Interactions of oxygen, carbon dioxide, temperature, and ethylene that may induce injuries in vegetables. HortScience 22(5): 791-794.

Lewthwaite, S. L., K. H. Sutton, and C. M. Triggs. 1997. Free sugar composition of sweetpotato cultivars after storage. New Zealand J. Crop Hort. Sci. 25(1): 33-41.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980. Knott's handbook for vegetable growers. Wiley-Interscience, N. Y. 390 p.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist nursery stocks. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook 66. 94 p.

MacNab, A. A., A. F. Sherf, and J. K. Springer. 1983. Indentifying diseases of vegetables. The Pennsylvania State University, University Park, PA 54 p.

Marshall, A. P. and D. W. Brash. 1996. First report of *Thielaviopsis basicola* on cool-stored carrots in New Zealand. (Abstr.) Plant Disease 80(7): 821.

Martin, F. W. and A. Jones. 1986. Breeding sweet potatoes. Plant Breed. Rev. 4: 313-345.

McCollum, G. D. 1971. Greening of carrot roots (*Daucus carota* L.): estimates of heritability and correlation. Euphytica 20: 549-560.

McGarry, A. 1993. Influence of water status on carrot (*Daucus carota* L.) fracture properties. J. Hort. Sci. 68(3): 431-437.

McGiffen, M. E., Jr. and E. J. Ogbuchiekwe. 1999. Ethephon increases carotene content and intensifies root color of carrots. HortScience 34(6): 1095-1098.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agric., Agric. Res. Serv. Agric. Handbook No. 496. 411 p.

McGuire, R. G. and J. L. Sharp. 1995. Market quality of sweetpotatoes after gamma-irradiation for weevil control. HortScience 30(5): 1049-1051.

McLaurin, W. J. and S. J. Kays. 1993. Substantial leaf shedding – A consistent phenomenon among high-yielding sweetpotato cultivars. HortScience 28(8): 826-827.

Mercier, J., D. Roussel, M. T. Charles, and J. Arul. 2000. Systemic and local responses associated with UV- and pathogen-induced resistance to *Botrytis cinerea* in stored carrot. Phytopathology 90: 981-986.

Methieu, D. and A. C. Kushalappa. 1993. Effects of temperature and leaf wetness duration on the infection of celery by *Septoria apiicola*. Phytopathology 83(10): 1036-1040.

Miller, C. H. and L. W. Nielsen. 1970. Sweet potato blister, a disease associated with boron nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 685-686.

Minges, P. A. (ed.). 1972. Descriptive list of vegetable varieties. Amer. Seed Trade Assoc., Washington, D. C. 194 p.

Mortley, D. G. and W. A. Hill. 1990. Sweetpotato growth and nitrogen content following nitrogen application and inoculation with *Azospirillum*. HortScience 25(7): 758-759.

Mortley, D. G., C. K. Bonsi, P. A. Loretan, W. A. Hill, and C. E. Morris. 1994. Relative humidity influences yield, edible biomass, and linear growth rate of sweetpotato. HortScience 29(6): 609-610.

Murray, J. 1976. Fruit & vegetable facts & pointers. United Fresh Fruit and Vegetable Association. Alexandria, Va. 24 p.

Nigg, H. N., J. Q. Strandberg, R. C. Beier, H. D. Petersen, and J. M. Harrison. 1997. Furancoumarins in Florida celery varieties by fungicide treatment. J. Agric. Food Chem. 45(4): 1430-1436.

Norman, M. J. T., C. J. Pearson, and P. G. E. Searle. 1995. Tropical food crops in their environment. (2nd ed.). Cambridge Univ. Pr., Cambridge. 430 p.

OECD, Organization for Economic Co-opcration and Development, Paris. 1970-1977. International standarisation of fruit and vegetablcs. 872 p.

Okumura, K., H. Hyodo, M. Kato, Y. Ikomo, and M. Yano. 1999. Ethylene biosynthcsis in sweet potato root tissue infected by black rot fungus (*Ceratocystis fimbriata*). Postharvcst Biol. Tech. 17(2): 117-125.

Onwueme, I. C. 1978. The tropical tuber crops. John Wiley & Sons, N. Y. 234 p.

Orton, T. J. and P. Arus. 1984. Outcrossing in celery (*Apium graveolens*). Euphytica 33: 471-480.

Oswald, A., J. Alkampcr, and D. J. Midmore. 1994. The effect of different shade levels on growth and tuber yield of sweet potato: I. Plant development. J. Agron. Crop Sci. 173(1): 41-52.

Oswald, A., J. Alkamper, and D. J. Midmore. 1995. The effect of different shade levels on growth and tuber yield of sweet potato. II. Tuber yield. J. Agron. Crop Sci. 175(1): 29-40.

Pardossi, A., F. Malorgio, and F. Tognoni. 1999. Salt tolerance and mineral relations for celery. J. Plant Nutr. 22(1): 151-161.

Pardossi, A., G. Bagnoli, F. Malogrio, C. A. Campiotti, and F. Tognoni. 1999a. NaCl effects on celery (*Apium graveolens* L.) grown in NFT. Scientia Horticultnrae 81(3): 229-242.

Parera, C. A., P. Qiao, and D. J. Cantliffe. 1993. Enhanccd cclery germination at strcss temperature via solid matrix priming. HortSeicnce 28(1): 20-22.

Paspatis, E. A. 1995. Effects of gibbcrellic acid (GA_3) application and nitrogen fertilization on yield and quality of cclery. Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki 17(2): 131-139. c. a. Hort. Abster. 67(3): 2271; 1997.

Perez-Garcia, F., J. M. Pita, M. E. Gonzalez-Benito, and J. M. Iriondo. 1995. Effects of light, temperature and seed priming on germination of celcry seeds (*Apium graveolens* L.). Seed Science and Tecbnology 23(2): 377-383.

Peterson, C. E. and P. W. Simon. 1986. Carrot breeding. In: M. J. Bassett.

(ed.). Breeding vegetable crops, pp. 321-356. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut.

Pharr, D. M., J. M. H. Stoop, J. D. Williamson, M. E. S. Feusi, M. O. Massel, and M. A. Conkling. 1995. The dual role of mannitol as osmoprotectant and photoassimilate in celery. HortScience 30(6): 1182-1188.

Picha, D. H. 1985. Crude protein, minerals, and total carotenoids in sweet potatoes. J. Food Sci. 50(6): 1768-1769.

Picha, D. H. 1985. HPLC determination of sugars in raw and baked sweet potatoes. J. Food Sci. 50(4): 1189-1190 & 1210.

Picha, D. H. 1986. Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6): 89-92.

Picha, D. H. 1986. Influence of storage duration and temperature on sweet potato sugar content and chip color. J. Food Sci. 51(1): 239-240.

Picha, D. H. 1986. Sugar content of baked sweet potatoes from different cultivars and lengths of storage. J. Food Sci. 51(3): 845-846 & 848.

Picha, D. H. 1986. Weight loss in sweet potatoes during curing and storage: contribution of transpiration and respiration. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6): 889-892.

Picha, D. H. 1987. Chilling injury, respiration, and sugar changes in sweet potatoes stored at low temperature. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(3): 497-502.

Pill, W. G. and T. A. Evans. 1991. Seedling emergence and economic yield from osmotically primed or hydrated seeds of carrot (*Daucus carota* L.). J. Hort. Sci. 66(1): 67-74.

Plooy, C. P. du, A. van den Berg, P. S. Hammes, and L. C. Holzhausen. 1992. Storage root formation at individual notes of the sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). South African Journal of Plant and Soil 9(3): 136-138.

Pressman, E. 1997. Celery. In: H. C. Wien. (ed.). The physiology of vegetable crops, pp. 287-407. CAB International, Wallingford, UK.

Purcell, A. E., D. T. Pope, and W. M. Walter, Jr. 1976. Effect of length of growing season on protein content of sweet potato cultivars. HortScience 11: 31.

Pursglove, J. W. 1974. Tropical crops: dicotyledons. The English Language Book Society, London. 719 p.

Purvis, E. R. and R. L. Carolus. 1964. Nutrient deficiencies in vegetable crops. In: H. B. Sprague (ed.). Hunger signs in Crops, pp. 245-286. David McKay Co., N. Y.

Putnam, C. et al. 1991.Controlling vegetable pests. Chevron Chemical Company, San Ramon, CA. 160 p.

Ramin, A. A. and J. G. Atherton. 1991a. Manipulation of bolting and flowering in celery (*Apium graveolens* L. var. *dulce*). I. Effects of chilling during germination and seed development. J. Hort. Sci. 66(4): 435-441.

Ramin, A. A. and J. G. Atherton. 1991b. Manipulation of bolting and flowering in celery (*Apium graveolens* L. var. *dulce*). II. Juvenility. J. Hort. Sci. 66(6): 709-717.

Ramin, A. A. and J. G. Atherton. 1994. Manipulation of bolting and flowering in celery (*Apium graveolens* L. var. *dulce*). III. Effects of photoperiod and irradiance. J. Hort. Sci. 69(5): 581-868.

Ramsey, G. B., B. A. Friedman, and M. A. Smith. 1959. Market diseases of beets, chicory, escarole, globe artichokes, lettuce, rhubarb, spinach, and sweetpotatoes. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook 155. 42 p.

Rao, L. J. M., S. Nagalakshmi, J. P. Naik, and N. B. Shankaracharya. 2000. Studies on chemical and technologyical aspects of celery (*Apium graveolens* Linn) seed. J. Food Sci. Tech. (Mysore) 37(6): 631-635.

Ravi, V. 1997. Respiration of intact and damaged sweet potatoes at different temperatures and relative humidities. J. Root Crops 20(2): 89-95.

Read, P. E. 1982. Plant growth regulator use in field-scale vegetable crops, pp. 285-296. In: J. S. McLaren. (ed.). Chemical manipulation of crop growth and development. Butterworth Scientific, London.

Reyes, A. A. and R. B. Smith. 1987. Effect of oxygen, carbon dioxide, and carbon monoxide on celery in storage. HortScience 22: 270-271.

Rosenfeld, H. J., R. T. Samuelsen, and P. Lea. 1998. The effect of temperature on sensory quality, chemical composition and growth of carrots (*Daucus carota* L.). I. Constant diurnal temperature. J. Hort. Sci. Biotech. 73(2): 275-288.

Roelofse, E. W. and D. W. Hand. 1990. The effects of temperature and 'night-break' lighting on the development of glasshouse celery. J. Hort. Sci. 65(3): 297-307.

Rubatzky, V. E., C. F. Quiros, and P. W. Somon. 1999. Carrots and related vegetable umbelliferae. CABI Publishing, Wallingford, UK. 294 p.

Rubatzky, V. E. and M. Yamagucbi. 1999. World vegetables: principles, production, and nutritive values. (2^{nd} ed.). Aspen Pub., Inc., Gaithersburg, Maryland, USA. 843 p.

Sackett, C. and J. Murray. 1977. Fruit & vegetable facts & pointers: celery. United Fresh Fruit & Vegetable Association. Alexandria, Va. 22 p.

Saltveit, M. E. and M. E. Mangrich. 1996. Using density measurements to study the effect of excision, storage, abscisic acid, and ethylene on pithiness in celery petioles. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(1):137-141.

Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of vegetables. Vol. I. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida. 208 p.

Salunkhe, D. K. and S. S. Kadam. (eds.). 1998. Handbook of vegetable science and technology. Marcel Dekker, Inc., N. Y. 721 p.

Sanders, D. C., J. A. Ricotta, and L. Hodges. 1990. Improvemeut of carrot stands with plant biostimulants and fluid drilling. HortScience 25(2): 181-183.

Santos, P., J. J. Nunez, and R. M. Davis. 2000. Influence of gibberellic acid on carrot growth and severity of Alternaria leaf blight. Plant Disease 84(5): 555-558.

Schultheis, J. R., S. A. Walters, D. E. Adams, and E. A. Estes. 1999. In-row

plant spacing and date of harvest of 'Beauregard' sweetpotato affect yield and return on investment. HortScience 34(7): 1229-1233.

Seljasen, R., G. B. Bengtsson, H. Hoftun, and G. Vogt. 2001. Sensory and chemical changes in five varieties of carrot (*Daucus carota* L.) in response to mechanical stress at harvest and post-harvest. J. Sci. Food Agric. 81(4): 436-447.

Shibairo, S. I., M. K. Upadhyaya, and P. M. A. Toivonen. 1997. Postharvest moisture loss characteristics of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars during short-term storage. Scientia Horticulturae 71(1/2): 1-12.

Shibairo, S. I., M. K. Upadhyaya, and P. M. A. Toivonen. 1998a. Potassium nutrition and postharvest moisture loss in carrots (*Daucus carota* L.). J. Hort. Sci. Biotech. 73(6): 862-866.

Shibairo, S. I., M. K. Upadhyaya, and P. M. A. Toivonen. 1998b. Influence of preharvest water stress on postharvest moisture loss of carrots (*Daucus carota* L.). J. Hort. Sci. Biotech. 73(3): 347-352.

Shibairo, S. I., M. K. Upadhyaya, and P. M. A. Toivonen. 1998c. Replacement of postharvest moisture loss by recharging and its effect on subsequent moisture loss during short-term storage of carrots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(1): 141-145.

Shoemaker, J. S. 1993. Vegetable growing. (2nd ed.). John Wiley & Sons, Inc., N. Y. 515 p.

Simonne, A. H., S. J. Kays, P. E. Koehler, and R. R. Pitenmiller. 1993. Assessment of β-carotene content in sweetpotato breeding lines in relation to dietary requirements. Journal of Food Composition and Analysis 6(4): 336-345.

Sims, W. L., J. E. Welch, and V. E. Rubatzky. 1977. Celery production in California. Univ. Calif., Div. Agric. Sci., Leaflet No. 2673. 24 p.

Sims, W. L., H. Johnson, R. F. Kasmire, V. E. Rubatzky, K. B. Tyler, and R. E. Voss. 1978. Home vegetable gardening. Div. Agric. Sci., Univ. Calif., Leaflet No. 2989. 42 p.

Smallwood, M., D. Worrall, L. Byass, L. Elias, D. Ashford, C. J. Doucet, C.

Holt, J. Telford, P. Lillford, and D. J. Bowles. 1999. Isolation and characterization of a novel antifreeze protein from carrot (*Daucus carota*). Biochemical Journal (London) 340(2): 385-391.

Smith, R. B. and A. A. Reyes. 1988. Controlled atmosphere storage of Ontario-grown celery. J. Amer. Soc. Hrt. Sci. 113(3): 390-394.

Smittle, D. A., M. R. Hall, and J. R. Stansell. 1990. Effects of irrigation regimes on yield and water use by sweetpotato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(5): 712-714.

Sorensen, L. 1997. Harvest splitting in carrot storage roots. Journal of Applied Genetics 38A: 160-164.

Sorensen, L. and F. R. Harker. 2000. Rheological basis of splitting in carrot storage roots. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(2): 212-216.

Sri Agung, G. A. M. and G. J. Blair. 1989. Effects of soil bulk density and water regime on carrot yield harvested at different growth stages. J. Hort. Sci. 64(1): 17-25.

Stevens, C., V. Khan, A. Y. Tang, and C. Bosni. 1988. The effect of soil solarization on growth response and root knot damage of sweet potato. (Abstr.). HortScience 23: 827.

Stevens, C., V. A. Khan, J. Y. Lu, C. L. Wilson, E. Chalutz, S. Droby, M. K. Kabwe, Z. Haung, O. Adeyeye, L. P. Pusey, and A. Y. A. Tang. 1999. Induced resistance of sweet potato to Fusarium root rot by UV-C hormesis. Crop Protection 18(7): 463-470.

Stino, K. R., A. K. Gaafar, A. M. Alian, A. A. Hasan, and M. A. Tawfik. 1977. Preliminary studies on the evaluation of some sweet potato lines. Egypt. J. Hort. 4: 9-23.

Strange, R. R., Jr., S. L. Midland, G. J. Holmes, J. J. Sims, and R. T. Mayer. 2001. Constituents from the periderm and outer cortex of *Ipomoea batatas* with antifungal activity against *Rhizopus stolonifer*. Postharvest Biol. Tech. 23: 85-92.

Sun, J. B., R. F. Severson, W. S. Schlotzhauer, and S. J. Kays. 1995. Identifying critical volatiles in the flavor of baked 'Jewel' sweetpotatoes [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(3): 468-474.

Suojala, T. and T. Tupasela. 1999. Sensory quality of carrots: effect of harvest and storage time. Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science 49(3): 143-151. c. a. Hort. Abstr. 70(11): 9526; 2000.

Takahata, Y., T. Noda, and T. Nagata. 1993. Varietal differences in chemical composition of the sweet poatato storage root. Acta Horticulturae No. 343: 77-80.

Takigawa, S. and G. Ishii. 1996. Physiological changes in carrot roots during long-term storage. (In Japanese with English summary). Research Bul. Hokkaido Nat. Agric. Exp. Sta. No. 164: 75-85. c. a. Hort. Abstr. 68(1): 508; 1998.

Tame, V., J. Boiffin, C. Durr, and N. Souty. 1996. Emergence and early growth of an epigeal seedling (*Daucus carota* L.): influence of soil temperature, sowing depth, soil crusting and seed weight. Soil & Tillage Research 40(1/2): 25-38.

Tawfik, M. A. 1974. Quantitative and qnalitative evaluation of some sweet potato lines under Egyptian conditions. M. S. Thesis, Cairo Univ. 61 p.

Thomas, T. H., A. Barnes, and C. C. Hole. 1982. Modification of plant part relationships in vegetable crops. In: J. S. McLaren. (ed.). Chemical manipulation of crop growth and development, pp. 297-311. Butterworth Scientific, London.

Thompkins, D. R. and J. L. Bowers. 1970. Sweetpotato plant production as influenced by gibberellin and 2-chloroethylphosphonic acid. HortScience 5: 84-85.

Thompson, R. C. 1937. Improvement of salad crops, pp. 326-339. In: Yearbook of agriculture: Better plants and animals II. U. S. Dept. Agric., Washington, D. C.

Thompson, H. C. and W. C. Kelly. 1957. Vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 611 p.

Thompson, P. G., D. A. Smittle, and M. R. Hall. 1992. Relationship of sweetpotato yield and quality to amount of irrigation. HortScience 27(1): 23-26.

Thompson, P. G., J. C. Schneider, B. Graves, and E. E. Carey. 2001. MS-501, MS-503, MS-510: Insect-resistant sweetpotato germplasm. HortScience 36(5): 997-998.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1980. New vegetable varieties list XXI. HortScience 15: 525-578.

Tigchelaar, E. C. (ed.). 1986. New vegtetable varieties list 22. HortScience 21: 195-212.

Toivonen, P. M. A., M. K. Upadhyaya, and M. M. Gaye. 1993. Low temperature preconditioning to improve shelf life of fresh market carrots. Acta Horticulturae 343: 339-340.

Uritani, I. 1982. Postharvest physiology and pathology of sweet potato from the biochemical viewpoint. In: R. L. Villareal and T. D. Griggs. (eds.). Sweet potatao, pp. 421-428. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.

Van Wassenhove, F., P. Dirinck, G. Vulsteke, and N. Schamp. 1990. Aromatic volatile composition of celery and celeriac cultivars. HortScience 25(2): 556-559.

Villagarcia, M. R., W. W. Collins, and C. D. Raper, Jr. 1998. Nitrate uptake and nitrogen use efficiency of two sweetpotato genotypes during early stages of storage root formation. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(5): 814-820.

Villeneuve, F., C. Luneau, and J. P. Bosc. 1993. The Incidence of carrot seed grades (*Daucus carota*) on germination and emergence. In: D. Come and F. Corbineau. (eds.). Proceedings of the fourth international workshop on seeds: basic and applied aspects of seed biology, pp. 949-956. ASFIS, Paris, France. c. a. Hort. Abstr. 65(12): 10837; 1995.

Wang, H. 1982. The breeding of sweet potatoes for human consumption. In: R. L. Vilareal and T. D. Griggs. (eds.). Sweet potato, pp. 297-311. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.

Wang, Y. and S. J. Kays. 2000. Contribution of volatile compounds to the characteristic aroma of baked 'Jewel' sweetpotatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(5): 638-643.

Wang, Y., R. J. Horvat, R. A. White, and S. J. Kays. 1998. Influence of postharvest curing treatment on the synthesis of the volatile flavor components in sweetpotatoes. Acta Hort. No. 464: 207-212.

Ware, G. W. and J. P. McCollum. 1980. Producing vegetable crops. (3rd. ed.). The Interstate Printers & Publishers, Inc., Danville, Illinois. 607 p.

Watanabe, K. and C. Takagi. 2000. Cultivar differences with respect to carotenoid and β-carotene in carrots. (In Japanese with English summary). Journal of Society of High Technology in Agriculture 12(2): 134-137. c. a. Hort. Abstr. 70(12): 10390; 2000.

Watt, B. K. and A. L. Merrill et al. 1963. Composition of foods. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 8. 190 p.

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in agriculture. S. Chand & Co. Ltd., New Delhi. 594 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Wehner, T. C. (ed.). 1999. Vegetable cultivar descriptions for North Anerica: List 25. HortScience 34(6): 957-1012.

Wehner, T. C. (ed.). 2002. Vegetable cultivar descriptions for North America: List 26. HortScience 37(1): 15-78.

Weier, T. E., C. R. Stockings, and M. G. Barbour. 1974. Botany: an introduction to plant biology. (5th ed.). John Wiley & Sons, N. Y. 693 p.

Weintraub, P. G., Y. Arazi, A. R. Horowitz, P. G. Weintraub, Y. Arazi, and A. R. Horowitz. 1996. Management of insect pests in celery and potato by pneumatic removal. Crop Protection 15(8): 763-769.

Welch, N. C. and T. M. Little. 1966. Effects of heating and cutting roots on sweet potato sprout production. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 477-480.

Whatley, B. T., S. O. Thompson, and M. Mayes. 1968. The effects of dimethyl sulfoxide and 3-indolebutyric acid on plant production of three varieties of sweetpotatoes. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 92: 523-525.

Whitaker, T. W., A. F. Sherf, W. H. Lange, C. W. Nicklow, and J. D.

Radewald. 1970. Carrot production in the United States. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook 375. 37p.

Winaro, F. G. 1982. Sweet potato processing and by-product utilization in the tropics. In: R. L. Villareal and T. D. Griggs. (eds.). Sweet potato, pp. 373-384. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.

Yamaguchi, M. 1983. World vegetables: principles, production and nutritive values. Avi Pub. Co., Inc., Westport, Connecticut. 415 p.

Yamaguchi, M., F. H. Takatori, and O. A. Lorenz. 1960. Magnesium deficiency of celery. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75: 456-462.

Yamashita, M. 2000. Nurturing plantlets using cut pieces from the storage roots of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and their productivity in the field. Plant Prod. Sci. 3(3): 259-267.

Yanmaz, R. 1994. Effects of pre-sowing PEG (polyetylene glycol) treatments on the germination and emergence rate and time of carrot seeds. Acta Horticulturae No. 362: 229-234.

Yao, M. H., J. C. Tsai, and K. S. Chi. 1998. The influence of dust on physiological responses of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaves. Chinese Journal of Agrometeorology 5(3): 105-112, c. a. Field Crop Abst. 52(3): 2033; 1999.

Yeoh, H. H. and V. D. Truong. 1996. Amino acid composition and nitrogen-to-protein conversion factors for sweet potato. Tropical Science 36(4): 243-246.

Yen, D. E. 1974. Sweet potato (*Ipomoea batatas*). In: J. Leon. (ed.). Handbook of plant introduction in tropical crops, pp. 29-34. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Yen, D. E. 1976. Sweet potato. In: N. W. Simmonds. (ed.). Evolution of crop plants, pp. 42-45. Longman, London.

Yen, D. E. 1982. Sweet potatoes in historical prespective. In: R. L. Villareal and T. D. Griggs. (eds.). Sweet potato, pp. 17-30. Asian Vegetable Research and Development Center, Taiwan.

Zhang, L. Y. and P. L. Xu. 1994. Studies on the yield structure of sweet

potato. (In Chinese with English summary). Jiangsu J. Agric. Sci. 10(1): 13-17. c. a. Field Crop Abstr. 49: 3392; 1996.

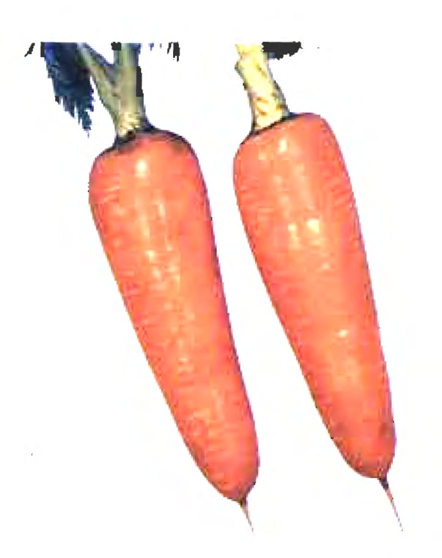
Zhang, D., W. C. Collins, and M. Andrade. 1998. Genotype and fertilization effects on trypsin inhibitor activity in sweetpotato. HortScience 33(2): 225-228.

Ziedan, M. I. (ed.). 1980. Index of plant diseases in Egypt. Institute of Plant Pathology Agricultural Research Center, Cairo, Egypt. 95 p.

Zink, F. W. and J. E. Knott. 1964. Effects of size, partial defoliation, and root pruning of transplants on yield of celery. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85: 386-392.



شكل (١-٤): صنف الجزر تاكيز ونتراسكارلت Takii's Winter Scarlet.



شكل (١-٥): صنف الجزر شانتناى رد كورد Chantenay Red Cored.



شكل (١-٦): صنف الجزر نانتس Nantes.



شكل (١-٧): صنف الجزر هاى كلر ٩ Hicolor 9.



شكل (١-٨): صنف الجزر سلوبنش **Cellobunch**.



شكل (١-٩): صنف الجزر كولمار **Colmar**، وهو من طراز دانفرز.



شكل (١-١٠): صنف الجزر نوفللا **Nouvella**، وهو من طراز نانتس.



شكل (١-١١): صنف الجزر ناندور **Nandor**، وهو من طراز نانتس.



شكل (١-١٢): صنف الجزر ميجور **Major**، وهو من طراز دانفرز.



شكل (٥-٢): أعراض الإصابة بمرض تبقع الأورق السركسبورى (الذى يسببه الفطر *Cercospora carotae*) فى الجزر.



شكل (٥-١): أعراض الإصابة بعفن الجذور الأسود (الذى يسببه الفطر *Stemphylium radicinum*) فى الجزر.

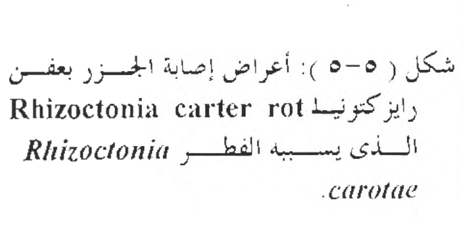


شكل (٥-٣): أعراض إصابة الجـــزر بعفـــن اسكليروتينيا الطـــرى الـــذى يســـبه الفطـــر *Sclerotinia sclerotiorum* فى الجزر.



شكل (٥-٤): أعراض إصابة الجزر بـــالعفن الرمادى الذى يســـببه الفطـــر *Botrytis cinerea*.





شكل (٥-٥): أعراض إصابة الجـــزر بعفـــن رايزكتونيـا **Rhizoctonia carter rot** الـــذى يســـببه الفطـــر *Rhizoctonia carotae*.



شكل (٥-٦): أعـــراض إصابـــة الجــزر بفيتوبلازمـــا اصفــرار الأســـتر **Aster Yellows Phytoplasma**.



شكل (٥-٧): أعراض إصابة الجزر بنيماتودا تعقد الجذور (عـــن **MacNab** وآخريـــن ١٩٨٣).



شكل (٥-٨): يرقة ذبابـــة الجـــزر *Psila rosae*.



شكل (٦-١): صنف الكرفس بروفى Profi، وهو من طراز الكرفس الأخضر.



شكل (٦-٢): صنف الكرفس بليفو Blevo، وهو من طراز الكرفس الأخضر المصفر.



شكل (١٠-١): أعراض إصابة الكرفس بتبقع الأوراق السبتورى (الندوة المتأخرة) التى يسببها الفطر *Septoria apiicola*.



شكل (١٠-٢): أعراض إصابة الكرفس بتبقع الأوراق السركسبورى (الندوة المبكرة) التى يسببها الفطر *Cercospora apii*.



شكل (١٠-٣): أعراض إصابة الكرفس بالاصفرار الفيوزارى (الذبول الفيوزارى) الذى يسببه الفطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *apii* (عن **MacNab** وآخرين ١٩٨٣).



شكل (١٠-٥): أعراض إصابة الكرفس بالعفن الطرى البكتيرى الذى تسببه البكتيريا *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*.



شكل (١٤-١): جذور بطاطا تم علاجها جيدًا.



شكل (١٠-٤): أعراض إصابة الكرفس بعفن اسكليروتينيا (العفن الوردى) الذى يسببه الفطر *Sclerotinia sclerotiorum* (عن **Putnam** وآخرين ١٩٩١).



شكل (١٥-١): أعراض إصابة جذور البطاطا بعفن الجذور وتقرح الساق الفيوزارى الذى يسببه الفطر *Fusarium solani* f. sp. *batatas*.



شكل (١٥-٢): الأعراض الخارجية لإصابة جذور البطاطا بمرض العفن الأسود الذى يسببه الفطر *Ceratocystis fimbriata*.



شكل (١٥-٣): قطاعات فى جذور بطاطا مصابة بالعفن الأسود.



شكل (١٥-٤): أعراض إصابة جذور البطاطا بالقشف scurf الذى يسببه الفطر *Monilochaetes infuscans* (عن MacNab وآخرين ١٩٨٣).



شكل (١٥-٥): أعراض إصابة جذور البطاطا بمرض عفن التربة (أو الجدرى pox) الذى تسببه البكتيريا *Streptomyces ipomoea*.

كتب الدار العربية للنشر والتوزيع

*** سلسلة محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة**

- الطماطم (تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى) — د. أحمد عبدالمنعم
- الطماطم (الأمراض والآفات ومكافحتها) — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج البطاطس — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج البصل والثوم — د. أحمد عبدالمنعم
- القرعيات (تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى) — د. أحمد عبدالمنعم
- القرعيات (الأمراض والآفات ومكافحتها) — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج الفلفل والباذنجان — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج الخضر البقولية — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج الفراولة — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج الخضر المركبة والخبازية والقلقاسية — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج الخضر الخيمية والعليقية — د. أحمد عبدالمنعم

*** سلسلة العلم والممارسة فى المحاصيل الزراعية**

- الطماطم ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- البطاطس ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- تكنولوجيا الزراعات المحمية الصوبات ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- الخضر الجذرية ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- الخضر الثانوية ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- الخضر الثمرية ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- القرعيات ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- البصل والثوم ط2 — د. أحمد عبدالمنعم
- زراعة و إنتاج الفاكهة فى الأراضى الجديدة ط2 — د. مختار محمد

*** سلسلة إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية**

- إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية — د. أحمد عبدالمنعم
- أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية — د. أحمد عبدالمنعم
- إنتاج وفسيولوجيا واعتماد بذور الخضر — د. أحمد عبدالمنعم

للدار إصدارات أخرى فى مجالات علوم التربة والأرضى والحشرات والميكروبيولوجى والوراثة وعلوم تكنولوجيا الأغذية والعلوم الهندسية والبيئية والعلوم البحتة وغيرها.